

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**В. В. Барбашин, В. О. Росоха, П. А. Білим**

**РАДІАЦІЙНИЙ, ХІМІЧНИЙ ТА БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 263 – Цивільна безпека щодо освітніх програм «Цивільний захист», «Охорона праці», «Аудит та консалтингова діяльність у галузі охорони праці»)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2021**

**Барбашин В. В.** Радіаційний, хімічний та біологічний захист : конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 263 – Цивільна безпека щодо освітніх програм «Цивільний захист», «Охорона праці», «Аудит та консалтингова діяльність у галузі охорони праці» / В. В. Барбашин, В. О. Росоха, П. А. Білим; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 85 с.

Автори:

канд. техн. наук, доц. В. В. Барбашин,  
канд. психол. наук, проф. В. О. Росоха,  
канд. хім. наук, доц. П. А. Білим

Рецензент

**А. С. Рогозін**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова).

Конспект лекцій складено з метою допомогти майбутнім фахівцям щодо питань цивільного захисту під час підготовки до занять, заліків та іспитів із дисципліни «Безпека потенційно-небезпечних технологій та виробництв».

*Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності,  
протокол № 1 від 29.08.2018.*

© В. В. Барбашин, В. О. Росоха, П. А. Білим, 2021  
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021

## ЗМІСТ

Лекція 1 Види випромінювання. Основні показники радіоактивності речовин та матеріалів.....	5
1.1 Види випромінювання.....	5
1.2 Основні показники радіоактивності.....	9
Лекція 2 Вплив іонізуючого випромінювання на живі організми. Методи, засоби та прилади радіаційного захисту.....	13
2.1 Особливості іонізуючого випромінювання.....	13
2.2 Специфіка впливу іонізуючого випромінювання на біологічні організми.....	15
Лекція 3 Радіаційні аварії. Завдання ліквідації наслідків радіаційних аварій.....	17
3.1 Поняття про радіаційні аварії.....	17
3.2 Завдання ліквідації наслідків радіаційних аварій.....	18
Лекція 4 Проведення ліквідації наслідків радіаційних аварій.....	20
4.1 Виявлення радіаційної ситуації.....	20
4.2 Радіаційний контроль.....	21
4.3 Радіаційний захист населення при ліквідації наслідків аварій... ..	22
4.4 Дезактиваційні роботи.....	27
4.5 Санітарна обробка.....	27
4.6 Локалізація та поховання джерел радіоактивного забруднення.....	28
4.7 Збір, транспортування та поховання радіоактивних відходів....	29
4.8 Водозахисні заходи.....	31
4.9 Заходи безпеки при виконанні робіт із ліквідації наслідків радіаційних аварій.....	31
Лекція 5 Визначення аварійно хімічно небезпечних речовин. Класифікація хімічно небезпечних об'єктів.....	34
5.1 Визначення аварійно хімічно небезпечних речовин.....	34
5.2 Класифікація хімічно небезпечних об'єктів.....	36
Лекція 6 Прилади радіаційного, хімічного та біологічного захисту.....	41
6.1 Порядок підготування й роботи з приладом ДП-5В.....	42
6.2 Правила користування прибором ДП-22В.....	43
6.3 Прийоми роботи з ВПХР.....	44
6.4 Порядок підготування й роботи з приладом МКС-У.....	45
6.5 Порядок підготування й роботи з приладом «ТЕРРА».....	47
6.6 Порядок підготування й роботи з приладом ДКГ-21.....	50
6.7 Порядок підготування й роботи з приладом «ДОЗОР».....	52
ЛЕКЦІЯ 7 Фізико-хімічних властивостей аварійно хімічно та біологічно небезпечних речовин та матеріалів.....	55
ЛЕКЦІЯ 8 Токсичні властивості аварійно хімічно та біологічно небезпечних речовин.....	58
8.1 Ступень дії АХНР на організм людини.....	58

8.2 Дія токсичності АХНР на організм людини.....	60
ЛЕКЦІЯ 9 Основні заходи щодо забезпечення радіаційного захисту.....	64
9.1 Радіаційна та хімічна розвідка.....	64
9.2 Хімічний розвідувальний дозор.....	66
ЛЕКЦІЯ 10 Основні заходи щодо забезпечення хімічного захисту.....	69
10.1 Характер можливих хімічних надзвичайних ситуацій.....	69
10.2 Організація ліквідації наслідків хімічних небезпечних надзвичайних ситуацій.....	74
ЛЕКЦІЯ 11 Основні заходи щодо забезпечення біологічного захисту.....	78
11.1 Характер можливих біологічних надзвичайних ситуацій.....	78
11.2 Організація ліквідації наслідків небезпечних надзвичайних ситуацій.....	80
Список рекомендованих джерел.....	84

## ЛЕКЦІЯ 1

### ВИДИ ВИПРОМІНЮВАННЯ. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РАДІОАКТИВНОСТІ РЕЧОВИН ТА МАТЕРІАЛІВ

Питання для розгляду на лекції:

1.1 Види випромінювання.

1.2 Основні показники радіоактивності.

#### 1.1 Види випромінювання

Усі речовини, які існують у природі або виготовлені штучно, поділяють на прості та складні. *Прості речовини* складаються з атомів одного й того самого елемента (водень, залізо, уран тощо), *складні речовини* – з молекул. Молекули, зі свого боку, складаються також з атомів. Так, до складу молекули води входять два атоми водню та один атом кисню ( $\text{H}_2\text{O}$ ), а до складу молекули тротилу – 7 атомів вуглецю, 6 атомів кисню, 5 атомів водню та 3 атоми азоту ( $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{CH}_3$ ).

Сукупність атомів одного виду називають хімічним елементом. На сьогодні відкрито 104 хімічних елементи. Для позначення елемента прийнято спеціальну символіку. Наприклад, для урану –  $^{238}_{92}\text{U}$  цифра внизу позначає атомний номер, а цифра вгорі – атомну масу.

*Атом* – найдрібніша частинка хімічного елемента, яка зберігає всі його властивості. Він складається з позитивно зарядженого ядра, що знаходиться у центрі атома, і негативно заряджених електронів, які обертаються навколо ядра на різних орбітах. Якщо негативний заряд електронів дорівнює позитивному заряду ядра, атом стає електрично нейтральним.

*Атомне ядро* складається з протонів і нейтронів, які називають нуклонами. Кількість протонів (електронів) визначає хімічні властивості елементів, а кількість нейтронів впливає тільки на масу атома. У ядрі  $^{238}_{92}\text{U}$  їх 92 та 146 відповідно ( $238 - 92 = 146$ ).

Атоми, що мають ядра з однаковою кількістю протонів, але розрізняються за кількістю нейтронів, є різновидами одного й того самого хімічного елемента та називаються його ізотопами (нуклідами). Такі елементи мають однаковий номер у таблиці Менделєєва, але різне масове число ( $^{39}_{19}\text{K}$ ,  $^{40}_{19}\text{K}$ ,  $^{41}_{19}\text{K}$ ). За фізичними властивостями всі нукліди поділяються на дві групи – стійкі (стабільні) і нестійкі (радіоактивні).

У важких елементів, ядра яких складаються з великої кількості частинок, ядерні сили притягання вже не спроможні компенсувати кулонівські сили відштовхування. У цьому разі починається внутрішня перебудова ядер. Явище спонтанної перебудови ядер від менш стійкого стану до більш стійкого одержало назву *радіоактивності*.

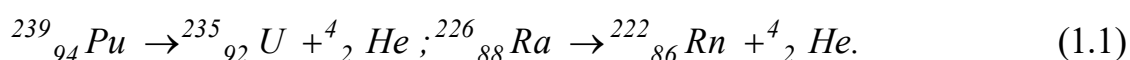
*Радіоактивність* – це здатність ядер деяких хімічних елементів спонтанно перетворюватися в ядра інших хімічних елементів із виділенням енергії у вигляді іонізуючого випромінювання.

Основними видами іонізуючого випромінювання, що виникають при розпаді різних нуклідів, є такі:

- альфа-випромінювання;
- бета-випромінювання;
- нейтронне випромінювання;
- гамма-випромінювання.

Альфа-випромінювання становить потік позитивно заряджених частинок, що мають масове число 4 і заряд, який дорівнює 2 (це ядро атома гелію –  ${}^4_2\text{He}$ ). Нині відомо близько 40 природних і понад 200 штучних альфа-активних ядер, тобто ядер, здатних до альфа-розпаду.

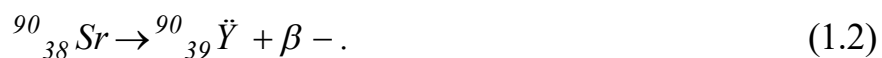
Унаслідок альфа-розпаду початкове ядро перетворюється у нове ядро з атомним номером на 2 одиниці й масовим числом на 4 одиниці менше початкового:



Проникна здатність альфа-частинок є невеликою. Довжина їх пробігу в повітрі становить 2,5 см, а у біологічній тканині – 0,003 мм. При зовнішньому опроміненні значної небезпеки для людини вони не становлять. Однак ця небезпека стає великою в разі проникнення альфа-частинок усередину організму. Пов'язано це з тим, що частки мають високу густину іонізації.

Бета-випромінювання становить потік негативно ( $\beta^-$ ) або позитивно ( $\beta^+$ ) заряджених частинок (потік електронів або позитронів). Вони є легшими за альфа-частинки й мають проникну здатність значно вищу. Довжина пробігу в повітрі становить 17,8 м, у біологічній тканині – до 2 см. Однак густина іонізації є значно меншою.

При електронному бета-розпаді відбувається перетворення нейтрона у протон, та супроводжується утворенням і викиданням з ядра електрона; заряд ядра та його порядковий номер збільшуються на одиницю:

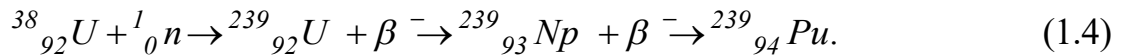


При позитронному бета-розпаді відбувається перетворення протона у нейтрон, яке супроводжується утворенням і викиданням з ядра позитрона; заряд ядра і його порядковий номер зменшуються на одиницю:



Нейтронне випромінювання – потік нейтральних частинок, що не несуть електричних зарядів, проникна здатність яких є дуже високою: вони можуть вільно проникати крізь тіло людини й щільніш середовище. У повітрі довжина пробігу досягає декількох сотень метрів.

Нейтрони самі по собі не викликають іонізації, але, вибиваючи атоми з їх стабільних станів, створюють наведену радіоактивність у матеріалах і тканинах, крізь які проходять:



Гамма та рентгенівське випромінювання – це потоки електромагнітних хвиль. У спектрі електромагнітних коливань вони розташовані за ультрафіолетовими променями (рис. 1.1).

Чим меншою є довжина хвилі, тим вищою – енергія випромінювання й більша його проникна здатність. Рентгенівські промені можна розглядати як гамма-промені низьких енергій, які не виходять із радіоактивного атома, – їх одержують штучно.

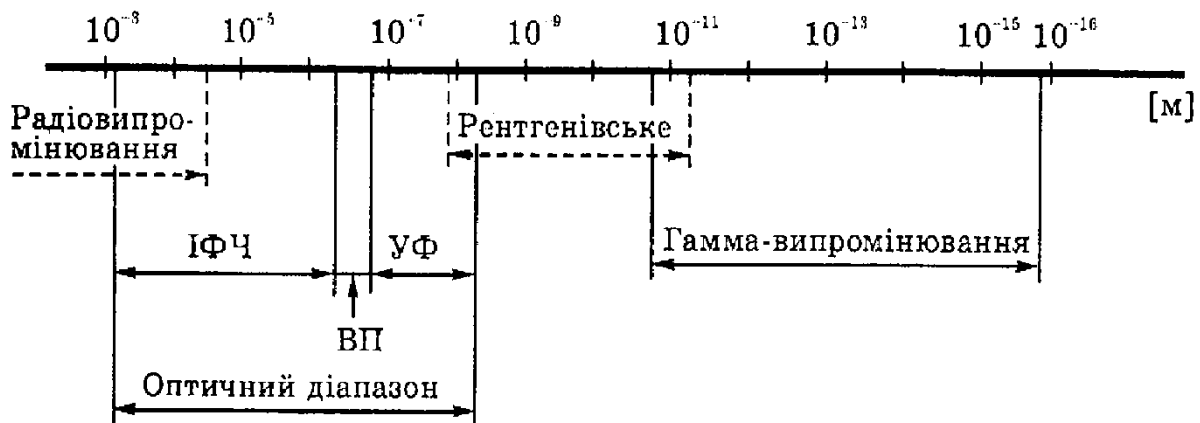


Рисунок 1.1 – Спектр електромагнітних коливань:  
ІФЧ – інфрачервоне випромінювання; УФ – ультрафіолетове випромінювання; ВП – видимі промені

Джерелами гамма-випромінювання є ядерні реакції та розпад багатьох радіоактивних речовин.

Джерелами рентгенівського випромінювання є різні апарати та прилади, що використовуються в медицині та для інших цілей (апаратура зв'язку, яка потребує великої напруги), а також Сонце.

Рентгенівське й гамма-випромінювання з однаковою довжиною хвилі, крім способу одержання, за характером впливу на живий організм нічим одне від одного не відрізняються.

Отже, основну небезпеку для людей при зовнішньому опроміненні становить гамма-промені й нейтрони, а при внутрішньому опроміненні (у разі попадання радіоактивних речовин (РР) усередину організму) – альфа- та бета-частинки.

Процес поділу ядра описується точковою моделлю ядра. На рисунку 1.2 зображені основні стадії процесу поділу ядра  ${}^{235}\text{U}$ : нейтрон наближається до ядра  ${}^{235}\text{U}$ , поглинається ядром  ${}^{235}\text{U}$  з утворенням збудженого складеного ядра  ${}^{236}\text{U}$ .

Далі через час порядку  $10^{-14}$  с настає розпад складеного ядра, що може йти двома шляхами: або надлишкова енергія виділяється у виді  $\gamma$ -випромінювання та ядро переходить в основний стан, тобто має місце реакція радіаційного захоплення нейтрона, або (приблизно в 6 разів частіше) надлишкова енергія призводить до деформації ядра з утворенням перетягання. Частини ядра починають рухатися, і внаслідок перевищення кулонівських сил відштовхування над силами ядерного притягання ядро розривається по перемичці на два нових ядра – уламки поділу: – важкий і легкий, які являють собою ядра різних нуклідів, що знаходяться в середній частині Періодичної системи елементів. Уламки розлітаються з великою швидкістю, на їхню частку припадає близько 80 % енергії, що виділяється у процесі поділу. Рухаючись у речовині, уламки втрачають свою енергію на іонізацію інших атомів і молекул навколишнього середовища, а їхня кінетична енергія переходить в енергію теплового руху часток середовища, тобто йде на його розігрівання. Частина енергії, що виділяється у процесі поділу, переходить в енергію поділу, руйнування нових ядер. Енергія поділу, руйнування порушення кожного з нових ядер істотно більше енергії зв'язку нейтрона в цих ядрах, тому при переході в основний енергетичний стан вони випускають один або кілька нейтронів, а потім  $\gamma$ -кванти. Нейтрони та  $\gamma$ -кванти, що випускаються збудженими ядрами, називаються миттєвими. Основні стадії процесу поділу ядра  $^{235}\text{U}$  на рисунку 2.2

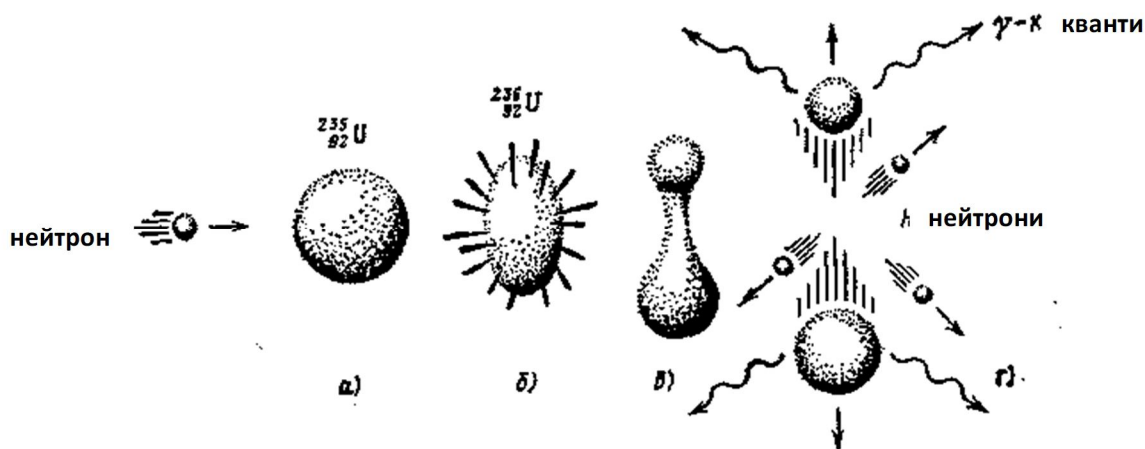


Рисунок 2.2 – Основні стадії процесу поділу ядра  $^{235}\text{U}$

Після гальмування нові ядра перетворюються в нейтральні атоми, що називають *продуктами розподілу*. Отже, захоплюючи нейтрон, атомне ядро нукліда, поділяється на дві маси (і на два нукліди) і при цьому випускає 2–3 нейтрони, які викликають ділення інших атомних ядер нукліда, що поділяються знову з випускненням нейтронів, що, зі свого боку, викликають поділ наступних атомних ядер нукліда тощо. Таке перетворення атомних ядер нукліда називають ланцюговим процесом поділу.

При діленні вивільнюється велика кількість енергії (200 МеВ на акт поділу, на одиницю маси в 3 млн разів більше енергії, ніж вугілля), і атомні ядра, що



поділяються, випускають вторинні нейтрони в 2–3 рази більше кількості поглинених при діленні.

Наприклад, енергія, що вивільнюється при поділі всіх ядер, що містяться в 1 кг ( $2,55 \cdot 10^{24}$  ядер)  $^{235}\text{U}$ , становить:

$$\varepsilon = 2 \cdot 10^2 \cdot 2,55 \cdot 10^{24} \text{ MeV} = 1,91 \cdot 10^{10} \text{ Ккал} = 2 \cdot 10^{10} \text{ Ккал}, \quad (1.5)$$

що еквівалентно тій енергії, яку можна одержати від згоряння приблизно 1 800 тонн бензину або 2 500 тонн кам'яного вугілля.

Ланцюгова реакція поділу на швидких нейтронах (при  $E > 10^5$  eВ) може відбуватися тільки у системі, що працює на високозбагаченому паливі, ступінь збагачення якого 20–30 %, що більше ніж на порядок вище ступеня збагачення природного урану (0,712 %). Це пов'язано з тим, що в цій області енергій при взаємодії з ядром  $^{238}\text{U}$  нейтрони в 5–10 разів частіше вступають у реакцію непружного розсіювання, ніж у реакцію поділу. Тому для здійснення на практиці ланцюгової реакції необхідно розділити ці ізотопи, що становить завдання, яке розв'язується дуже складно. Умови, за яких реалізується ланцюгова реакція поділу на швидких нейтронах, створюються в активних зонах ядерних реакторів на швидких нейтронах.

Для здійснення незатухаючої ланцюгової реакції поділу необхідно природний уран помістити в речовину, яка ефективно сповільнює швидкі нейтрони, що утворюються при поділі  $^{235}\text{U}$ , до теплових енергій ( $E \sim 0,025$  eВ). Ефективними сповільнювачами нейтронів є легкі речовини, маса ядер яких незначною мірою відрізняється від маси нейтрона. Такими властивостями володіють вуглець (графіт), важка вода, берилій або окис берилію, що й використовуються як сповільнювачі. Звичайна вода має порівняно великий перетин захоплення теплових нейтронів, і її може бути використано як сповільнювач при здійсненні ланцюгової реакції на збагаченому нукліді  $^{235}\text{U}$  урану.

## 1.2 Основні показники радіоактивності

У кожній радіоактивній речовині (далі – РР) відбувається поступовий розпад ядер її атомів, до того ж за одиницю часу розпадається певна частина їхньої загальної кількості, тобто кожна РР має свою швидкість розпаду атомів; при цьому середня швидкість розпаду є постійною.

Відомо, що кількість радіоактивних атомів конкретного радіонукліда (далі – РН) зменшується з часом за експоненціальним законом, тобто математично закон радіоактивного розпаду виражається рівнянням:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}, \quad (1.6)$$

де  $N(t)$  – кількість наявних радіоактивних ядер на певний момент часу  $t$ ;

$N_0$  – кількість радіоактивних атомів у початковий момент часу;

$\lambda$  – стала радіоактивного розпаду, що показує, яка частина загальної кількості атомів розпадається за одиницю часу,  $\text{с}^{-1}$ .

На практиці для характеристики швидкості розпаду радіоактивних елементів користуються не сталою розпаду, а періодом напіврозпаду.

$T_{1/2}$  – це час, протягом якого розпадається половина всіх атомів даного РН.

Період  $T_{1/2}$  для кожного РН – стала величина й коливається від часток секунди до кількох мільярдів років, наприклад для: РН –  $^{238}\text{U}$  –  $4,5 \times 10^9$  років, для  $^{90}\text{Sr}$  – 28 років, для  $^{131}\text{I}$  – 8 діб, для  $^{27}\text{Mg}$  – 9,46 с.

Між  $T_{1/2}$ , і  $\lambda$  існує прямий зв'язок:

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda = \tau / \ln 2 = \tau \cdot 0,693. \quad (1.7)$$

Отже, закон радіоактивного розпаду може мати такий вигляд:

$$N(t) = N(0) 2^{-t/T_{1/2}}. \quad (1.8)$$

З цього виразу можна зробити такі практичні висновки: через час  $t = 5 \cdot T_{1/2}$  залишається 3,12 % РН, а через  $t = 10 \cdot T_{1/2}$  РН повністю розпадається, тобто після закінчення цього часу залишається менше 0,1 % початкової кількості атомів.

Для кількісної оцінки джерел випромінювання РН використовується поняття «активність», яке означає кількість радіоактивних розпадів ядер атомів за одиницю часу:

$$\dot{A} = dN / dt; \quad dN / dt = \lambda \cdot N; \quad \dot{A} = \lambda \cdot N = 0.693 \cdot N / T_{1/2}. \quad (1.9)$$

Чим більше радіоактивних перетворень зазнають атоми певного РН за одиницю часу, тим більшою є його активність.

Так, якщо взяти з однаковою масою РН літію-8, фосфору-32, та урану-235, що мають різний  $T_{1/2}$  (0,89 с, 14,3 доби, та  $7,1 \cdot 10^8$  років відповідно), то найактивнішими будуть літій і фосфор, а малоактивним – уран, оскільки найбільша кількість розпадів за одиницю часу буде в перших двох ізотопів. Але чим меншою є швидкість розпаду, тим довше «житиме» РН, іонізуючи середовище.

У системі СІ за одиницю активності прийнято одне ядерне перетворення за секунду – бекерель (Бк):

$$A_m = A / m, \quad A_V = A / V, \quad A_S = A / S. \quad (1.10)$$

Позасистемною одиницею активності є кюрі (Ки). Це активність такої кількості РН, у якій відбувається 37 млрд розпадів ядер за секунду:

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк} = 2,2 \cdot 10^{12} \text{ розп. / хв}; \quad 1 \text{ Бк} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ки}. \quad (1.11)$$

Активність в 1 Ки мають: 1 г радію-226; 1 мг кобальту-60;  $10^{-7}$  г натрію-24; 16 г плутонію-239; 570 кг урану-235.

Для характеристики зараженості середовища, об'єктів, продуктів харчування тощо використовуються величини питомої, об'ємної та поверхневої активності, що становить відношення кількості розпадів РН, вираженої в кюрі,

бекерелях або їхніх похідних, до одиниці маси, об'єму або площі поверхні (Кі/кг, Кі/м<sup>3</sup>, Кі/м<sup>2</sup>).

*Поглинута доза* – основна фізична величина, прийнята для оцінки впливу ІВ на об'єкти живої та неживої природи; характеризує енергію будь-якого виду випромінювання, поглинутого одиницею маси опроміненого середовища.

За одиницю поглинутої дози в системі СІ прийнято *грей* (Гр). Це така доза, за якої 1 кг опроміненої речовини поглинає енергію в 1 джоуль, 1 Гр = 1 Дж/кг. Позасистемною одиницею є *рад* – така поглинута доза, при якій 1 г речовини поглинає енергію в 100 ергів незалежно від виду енергії випромінювання.

$$D_n = \bar{E} / d_m, \quad 1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад} \quad (1.12)$$

*Експозиційна доза* характеризує іонізуючу здатність фотонного випромінювання в повітрі (гамма- й рентгенівського випромінювання).

За одиницю експозиційної дози в системі СІ прийнято *кулон на кілограм* (Кл/кг). Це така доза рентгенівського й гамма-випромінювання, при якій в 1 кг сухого атмосферного повітря утворюються іони, що несуть позитивний або негативний електричний заряд, який дорівнює 1 кулону.

Позасистемною одиницею є *рентген* (Р). Це така доза рентгенівського і гамма-випромінювання, яка зумовлює виникнення в 1 см<sup>3</sup> сухого атмосферного повітря за нормальних умов ( $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  і  $P = 101,3 \text{ кПа}$ ) 2,58 мільярда пар іонів:

$$1 \text{ Р/с} = 2,58 \cdot 10^4 \text{ А/кг}, \quad 1 \text{ А/кг} = 1 \text{ Кл/кг} \cdot \text{с} = 3 \text{ 876 Р/с}. \quad (1.13)$$

$$1 \text{ Кл/кг} = 3 \text{ 876 Р}; \quad 1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}.$$

Для порівняння різних видів іонізуючого випромінювання (далі – ІВ) за їхньою біологічною дією введено поняття відносної біологічної ефективності (далі – ВБЕ). ВБЕ може бути охарактеризована за допомогою коефіцієнта якості випромінювання –  $Q$  (для малих рівнів опромінення), який показує, у скільки разів ефективність біологічного впливу даного виду випромінювання є більшою за ефективність біологічного впливу гамма-випромінювання за однакової поглинутої дози.

Щоб урахувати цей ефект, уведено поняття *еквівалентної дози*, яке використовується для визначення рівня радіаційної небезпеки за тривалого опромінення людини в малих дозах. Еквівалентну дозу визначають як добуток поглиненої дози даного виду випромінювання на коефіцієнт якості ІВ:

$$D_{\text{екв}} = k \cdot D_n. \quad (1.14)$$

У системі СІ за одиницю еквівалентної дози прийнято *зіверт* (Зв). Зіверт дорівнює еквівалентній дозі випромінювання будь-якого виду, яке створює такий же біологічний ефект, як і поглинена доза в 1 Гр рентгенівського або гамма-випромінювання. Отже:

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}. \quad (1.15)$$

Позасистемною одиницею еквівалентної дози є *бер* – біологічний еквівалент рада. Один бер – це поглинена доза будь-якого виду випромінювання, яка викликає такий саме біологічний ефект, що й один рад гамма-випромінювання, тобто:

$$136 = 1 \text{ Гр} = 100 \text{ Рад} = 100 \text{ бер} = 100 \text{ Р}. \quad (1.16)$$

Дози опромінення різних ділянок тіла або органів можуть бути неоднаковими, особливо при внутрішньому опроміненні. Це пояснюється тим, що різні органи мають свою чутливість до опромінення. Для оцінки нерівномірного опромінювання тіла користуються поняттям ефективної еквівалентної дози – ЕЕД.

*Ефективна еквівалентна доза (далі – ЕЕД)* – сума середніх еквівалентних доз  $D_{\text{ЕКВТ}}$  у різних органах, порівняно з коефіцієнтом  $W_T$ :

$$H = \sum D_{\text{ЕКВТ}} \cdot W_T. \quad (1.17)$$

Коефіцієнти порівняння  $W_T$  дають змогу вирівнювати ризик наслідків опромінення незалежно від того, рівномірно чи нерівномірно опромінюється тіло. Коефіцієнти  $W_T$  характеризують відношення ризику опромінення органа до сумарного ризику за рівномірного опромінення всього тіла (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Значення коефіцієнта  $W_T$  для різних органів і тканин організму людини

Орган дихання	$W_T$	Орган тканини	$W_T$
Гонади	0,20	Печінка	0,05
Червоний кістковий мозок	0,12	Стравохід	0,05
Товста кишка	0,12	Щитоподібна залоза	0,05
Легені	0,12	Шкіра	0,01
Шлунок	0,12	Кісткова тканина	0,01
Сечовий міхур	0,05	Молочна залоза	0,05

Наприклад, доза опромінення щитоподібної залози в 100 бер відповідає ЕЕД = 5 бер, тобто приймається, що за рівномірного опромінення всього тіла дозою 5 бер імовірність ушкодження організму є такою самою, як і при опроміненні дозою 100 бер лише щитовидної залози.

*Потужність дози  $P$*  (поглинутої, експозиційної, еквівалентної) характеризує ступінь забруднення місцевості РР ( $\Delta Z_{\text{МРР}}$ ) і становить приріст дози за одиницю часу:

$$P_D = \Delta Z_{\text{МРР}} / \Delta t. \quad (1.18)$$

## ЛЕКЦІЯ 2

### ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ

Питання для розгляду на лекції:

2.1 Особливості іонізуючого випромінювання.

2.2 Специфіка впливу іонізуючого випромінювання на біологічні організми.

#### 2.1 Особливості іонізуючого випромінювання

Усі види ІВ справляють дуже руйнівну дію на живий організм. Під час вивчення дії ІВ на організм було виявлено такі особливості:

1. Радіація не має смаку та запаху, її не можна побачити й почути. Тому впливу ІВ на організм людина не відчуває. У людей відсутні органи відчуття, які б сприймали ІВ. Тому людина може проковтнути, вдихнути РР без будь-яких первинних відчуттів.

2. Наявність прихованого (інкубаційного, або латентного) періоду виявлення впливу ІВ. Видиме ураження шкіряного покриву, нездужання, характерне для променевого захворювання, виявляються не відразу, а через деякий час. Тривалість цього періоду скорочується зі збільшенням дози опромінення.

3. При систематичному попаданні в організм людини РР відбувається накопичення малих доз, що призводить до променевої хвороби. Цей ефект називається *кумуляцією*.

4. ІВ на організм людини може впливати як безпосередньо соматичне ураження (від грец. *soma* – «тіло»), так і виявлятися у нащадків, – цей ефект називається *генетичним*.

5. Різні органи живого організму мають свій рівень чутливості до опромінення. Тому нормами радіаційної безпеки встановлено три групи критичних органів тіла людини. При щоденному впливі дози  $(0,2-0,5) \cdot 10^{-2}$  Зв можуть статися зміни у крові.

6. РР, потрапляючи до організму людини, відкладаються вибірково в органах і частинах тіла. Залежно від поділу в тканинах організму виокремлюють такі РН:

– що поділяються рівномірно – тритій, вуглець, залізо, полоній, інертні благородні гази;

– накопичуються в кістках – стронцій, кальцій, барій, радій, ітрій, цирконій, плутоній, торій, фосфор, вуглець;

– залишаються у м'язовій тканині – цезій, радій, рубідій, кобальт;

– відкладаються у шлунково-кишковому тракті – калій, натрій, тритій, полоній;

– відкладаються в нирках – рутеній, плутоній;

– відкладаються в селезінці й лімфатичних вузлах – рутеній, ніобій.

РН йоду в щитовидній залозі концентрується в 100–200 разів більше, ніж в інших тканинах і органах.

7. Наслідки опромінення однаковими дозами для різних живих організмів є неоднаковими. Чим більш примітивною є будова організму, тим більшу стійкість до впливу ІВ він має.

*Бактерії, знайдені у воді, що омиває ядерний реактор у Лос-Анджелесі, при дозі 10 тис. Зв не тільки не гинуть, а продовжують розмножуватися, живлячись смолою іонообмінних фільтрів.*

8. Ефект опромінення залежить не тільки від дози випромінювання, але й від часу, протягом якого одержано цю дозу. Виявлено, що для біологічних клітин, які містять  $O_2$ , тривале опромінення малими дозами є більш небезпечними, ніж короткочасне великими дозами (до певного рівня).

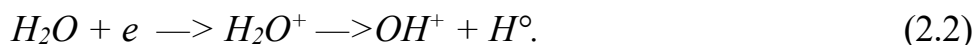
Значення напівлетальної дози  $LD_{50}$ , від якої протягом 30 діб гине 50 % людей, що зазнали одноразового опромінення, складає близько 3–5 Зв.

Встановлено, що вплив радіації відбувається на атомному або молекулярному рівні незалежно від того, отримуємо ми зовнішнє опромінення або внутрішнє – через воду та їжу.

Основну частину маси живого організму становить вода (у людини – 70–75 %). Тому при опроміненні живої тканини значна частина енергії ІВ поглинається, відбувається її радіоліз, при якому молекули розщеплюються на пару іонів:  $H_2O \longrightarrow H_2O^+ + e$ . Позитивний іон води відразу ж розпадається з утворенням вільного радикала  $OH^\circ$ :



а вибитий електрон  $e$  захоплюється іншою молекулою води, унаслідок чого утворюється негативний іон води, який розпадається з утворенням радикала  $H^\circ$ :



Якщо іони  $H^+$  і  $OH^-$ , рекомбінуючи утворюють воду, то вільні радикали  $H^\circ$  (сильний відновник) і  $OH^\circ$  (сильний окислювач) мають високу хімічну активність. За наявності кисню утворюються також вільні радикали гідроперекису  $OH_2^\circ$  і перекису водню  $H_2O_2^\circ$ , які є сильними окиснювачами.

Вільні радикали води  $H^\circ$ ,  $OH^\circ$ ,  $HO_2^\circ$ ,  $H_2O_2^\circ$ , що утворюються в процесі радіолізу води, маючи високу хімічну активність, вступають у хімічні реакції з молекулами білка, ферментів та інших структурних елементів біологічної тканини, що призводить до зміни біохімічних процесів в організмі. Унаслідок чого порушуються обмінні процеси, пригнічується активність ферментних систем, сповільнюється та припиняється ріст тканин, виникають нові хімічні сполуки, не властиві організму – токсини. Порушується життєдіяльність окремих функцій або систем і організму в цілому.

Це призводить до незворотних процесів в організмі людини. Змінюється склад найважливіших тканин живого організму (зокрема крові, кісткового та спинного мозку). Починається переродження клітин.

У здорової людини налічується близько  $10^{14}$  червоних кров'яних тілець, при щоденному відтворенні  $10^{12}$ ; у хворого на променево хворобу таке співвідношення порушується, внаслідок чого організм гине.

## 2.2 Специфіка впливу іонізуючого випромінювання на біологічні організми

Специфіка впливу ІВ на біологічні організми полягає в тому, що ефект, викликаний ними, зумовлений не стільки кількістю поглинутої енергії, скільки формою передавання цієї енергії. Жодний інший вид енергії (теплової, електричної тощо), поглиненої організмом у тій самій кількості, не призводить до таких змін, як ІВ. Наприклад, смертельна доза ІВ, яка для ссавців дорівнює 5 Гр, відповідає поглинутій енергії випромінювання 5 Дж/кг. Якщо цю енергію перетворити у теплову, то вона нагріла б тіло на  $0,001$  °С. Це теплова енергія склянки гарячого чаю. Саме іонізація та збудження атомів і молекул середовища зумовлює специфіку дії ІВ.

Кожна клітина містить молекулу ДНК, яка несе інформацію, потрібну для правильного утворення нових клітин. Радіаційне опромінення може вбити клітини або змінити інформацію в ДНК так, що з часом в організмі почнуть з'являтися дефектні клітини. Зміна генетичного коду клітини організму називається мутацією. Мутація може призвести до значних змін, зокрема й розвитку раку. Найбільш небезпечним є те, що дитина з такими клітинами може досягти зрілого віку, а потім передати змінений генетичний код своїм дітям. Тому радіаційні ураження прийнято ділити на *соматичні* та *генетичні*.

До *соматичних* + *уражень* належить гостра та хронічна променево хвороби (далі – ПХ), локальні променево ураження організму.

Установлено, що при одноразовому рівномірному гамма-опроміненні всього тіла (доза до  $0,25$  Зв) не можна виявити якихось змін у стані здоров'я людини. При еквівалентній дозі  $0,25$ – $0,5$  Зв також відсутні зовнішні ознаки променевого ураження. В інтервалі доз  $0,5$ – $1,0$  Зв виникає відчуття втоми без втрати працездатності. Менше ніж у  $10$  % опромінених можуть з'явитися блювання, зміни крові. Різні форми променево хвороби розвиваються при дозах одноразового опромінення вище  $1$  Зв.

Розрізняють 4 ступені гострої променево хвороби.

*1-й ступінь* – легкий ( $1$ – $2$  Зв) – характеризується відсутністю або слабкою вираженістю первинної реакції на опромінення. Прихований період продовжується  $3$ – $5$  тижнів, після чого з'являються: нездужання, загальна слабкість, нудота, підвищена температура. У першу добу після опромінення в  $30$ – $50$  % випадків спостерігається блювання. Після видужання працездатність людей, як правило, зберігається. Смертельний кінець відсутній.

*2-й ступінь* – середньої важкості ( $2$ – $4$  Зв) – протягом перших двох-трьох діб спостерігається бурхлива первинна реакція організму (нудота та блювання, різко знижується вміст лейкоцитів у крові). Далі настає прихований період (симптоми хвороби зникають), який триває від  $5$  до  $20$  діб, після чого загальний стан різко погіршується. У  $20$  % випадків можливий смертельний кінець. Смерть настає

через 2–6 діб після опромінення. У кращому випадку при активному лікуванні видужання може початися через 2–6 місяців.

*3-й ступінь* – важкий (4–6 Зв) – протягом місяця після опромінення смертельний кінець настає в 50 % випадків.

*4-й ступінь* – дуже важкий (понад 6 Зв). Прихований період хвороби відсутній. У перші години з'являється блювання, сильний розлад шлунково-кишкового тракту (далі – ШКТ) і порушення кровообігу. Наприкінці другого тижня настає смерть. Видужання можливе у 30–50 % за умови невідкладного початку лікування у спеціалізованій клініці.

На цей час є досвід комплексного лікування ПХ, що дає змогу виключити смертельний кінець при дозах до 10 Зв.

*Хронічна променева хвороба* розвивається поступово, триває довго. У цьому разі опромінення систематично повторюється дозами, нижчими за ті, що спричиняють ПХ, але в сумі набагато більшими за гранично допустимі; її ознаками є зміни складу крові (недокрів'я) і низка симптомів розладу нервової системи.

За встановленими даними, реакція організму на вплив ІВ може проявитись і у віддалений період (через 10–29 років і більше).

Такими реакціями можуть бути лейкози, злоякісні пухлини різних органів і тканин, катаракти, ураження шкіри, скорочення тривалості життя.

У разі попадання РР усередину організму людина зазнає постійного опромінення до того часу, поки РР не виведеться з організму внаслідок розпаду або фізіологічного обміну. Це опромінення є дуже небезпечним, оскільки спричиняє ураження різних органів, які довго не заживають.

Можливі чотири шляхи проникнення РР в організм: через органи дихання, через ШКТ, через ушкодження й розриви на шкірі та шляхом абсорбції через здорову шкіру.

Найбільш небезпечним є перший шлях, оскільки об'єм споживаного повітря становить 20 м<sup>3</sup>/добу, а з їжею людина споживає тільки 2,2 л води за добу (800 л/рік).

Якщо РН не закріпилися в тканинах і органах тіла, вони через деякий час проходять через нирки й виходять із сечею.

У літніх людей відновні процеси сповільнені, мають меншу ефективність, що й визначає підвищену уражуваність осіб цього віку. Період напіввиведення цезію-137 у дорослих – близько 140 діб, а в дітей, залежно від віку – від 50 до 20 діб. Чим молодший організм, тим швидше (за інших однакових умов) він очищається від РН.



## ЛЕКЦІЯ 3

### РАДІАЦІЙНІ АВАРІЇ. ЗАВДАННЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЙ

3.1 Поняття про радіаційні аварії.

3.2 Завдання ліквідації наслідків радіаційних аварій.

#### 3.1 Поняття про радіаційні аварії

Відповідно до НРБУ-97 *радіаційна аварія* – незапланована подія на якому-небудь об'єкті з радіаційною або радіаційно-ядерною технологією, якщо в разі виникнення цієї події виконуються дві необхідних і достатніх умови: втрата регулюючого контролю над джерелом; реальне (або потенційне) опромінення людей, пов'язане із втратою регулюючого контролю над джерелом. Будь-яка незапланована подія, що відповідає зазначеним вище умовам і виникла на енергетичному, транспортно-енергетичному, дослідницькому або промисловому атомному реакторі, кваліфікується як радіаційна аварія незалежно від причин і масштабів цієї аварії. У разі, якщо подібна аварія сталася з одночасною втратою контролю над ланцюговою ядерною реакцією і виникненням реальної або потенційної загрози мимовільної ланцюгової реакції, то така подія кваліфікується як *аварія радіаційно-ядерна*.

До класу *промислових* належать такі радіаційні аварії, наслідки яких не поширюються за межі територій виробничих приміщень і промплощинки об'єкта, а аварійне опромінення одержує тільки персонал.

До класу *комунальних* належать радіаційні аварії, наслідки яких не обмежуються приміщеннями об'єкта та його проммайданчиком, а поширюються на навколишні території, де проживає населення. Останнє стає, отже, об'єктом реального або потенційного аварійного опромінення.

За масштабами комунальні радіаційні аварії поділяються на такі:

– *локальні*, якщо в зоні аварії проживає населення загальною чисельністю до десяти тисяч осіб;

– *регіональні*, при яких у зоні аварії опиняються території декількох населених пунктів, один або кілька адміністративних районів і навіть областей, а загальна чисельність утягненого в аварію населення перевищує десять тисяч чоловік;

– *глобальні* – це комунальні радіаційні аварії, унаслідок яких утягується значна частина (або вся) територія країни та її населення;

– *трансграничні* – це такі глобальні комунальні аварії, коли зона аварії поширюється за межі країни, у якій вона сталася.

*Аварійна ситуація* – стан АЕС, що характеризується порушенням межі або умов безпечної експлуатації, що не перейшов в аварію.

Експериментально встановлено, що у разі найважчої з можливих аварій у механічну енергію вибуху може перейти лише 1 % енергії ядер, що діляться. Отже, головна потенційна небезпека АЕС у разі аварії зумовлена переважно

викидом у навколишнє середовище радіоактивних продуктів розподілу, накопичених у реакторі за час його роботи.

### **3.2 Завдання ліквідації наслідків радіаційних аварій**

Аварійно-рятувальні роботи у разі радіаційної аварії здійснюються в два етапи: першочергові аварійно-рятувальні роботи й ліквідація наслідків аварій (зокрема ремонтно-відновлювальні роботи на об'єкті та його території).

Основними завданнями, що вирішуються в процесі першочергових аварійно-рятувальних робіт на радіаційно небезпечному об'єкті, є такі:

- встановлення контролю над аварійною установкою (ядерним реактором);
- оцінка ситуації та ухвалення рішень зі зниження тяжкості аварії та її наслідків;
- проведення аварійно-рятувальних робіт;
- гасіння пожеж;
- придушення викидів радіоактивних речовин і запобігання розповсюдженню радіоактивної хмари;
- дезактивація шляхів підходу людей і техніки до місць проведення робіт;
- заходи щодо радіаційного захисту персоналу й населення.

Ліквідація наслідків аварії спрямована, насамперед, на запобігання розповсюдженню радіоактивних речовин за межі забрудненої території та включає:

- локалізацію та ліквідацію джерел радіоактивного забруднення;
- дезактивацію (реабілітацію) забрудненої території і об'єктів; збір і поховання (розміщення) радіоактивних відходів, що утворюються в процесі робіт, а також ремонтно-відновлювальні роботи на об'єкті та його території, обсяг і зміст яких визначається ступенем тяжкості аварії і планами їх подальшого використання за прямим призначенням або в інших цілях.

Конкретний перелік робіт і порядок їх планування визначається ступенем радіоактивного забруднення території та технічним станом відновлюваного об'єкта.

Основними завданнями при плануванні робіт із локалізації джерел випромінювань і ліквідації наслідків аварії є такі:

- об'єктивна оцінка складу й основних форм знаходження джерел випромінювань і забруднення;
- облік властивостей основних поверхонь території та об'єктів;
- оцінка передбачуваного характеру (міцності) фіксації радіоактивного забруднення на різних поверхнях;
- визначення пріоритетів (черговості) проведення робіт із локалізації та ліквідації забруднень на різних об'єктах (ділянках) залежно від їхнього впливу на формування радіаційної обстановки;
- вибір найбільш ефективних і реально здійсненних способів локалізації та ліквідації радіоактивного забруднення об'єктів, виходячи з тих, що є у розпорядженні сил і технічних засобів.

Пріоритетною метою ліквідації наслідків радіаційних аварій (далі – ЛНРА) є забезпечення необхідного рівня заходів захисту населення.

Ухвалення рішень щодо ліквідації наслідків аварій залежить від цілей і завдань, визначуваних кожною конкретною стадією робіт.

На ранній стадії вирішуються такі завдання ЛНРА:

- локалізація джерела аварії, тобто припинення викиду радіоактивних речовин у навколишнє середовище;
- виявлення й оцінка радіаційної ситуації, що складається;
- зниження міграції первинного забруднення на менш забруднені або незабруднені ділянки шляхом локалізації або видалення забруднених фрагментів технологічного устаткування, будівель і споруд, проток радіоактивних речовин;
- створення тимчасових майданчиків складування радіоактивних відходів. Характерною особливістю ранньої стадії аварії є висока вірогідність виникнення вторинних забруднень завдяки перенесенню нефіксованих, первинно випавших радіоактивних речовин на менш забруднені або незабруднені поверхні.

На проміжній стадії виконуються такі завдання ЛНРА:

- стабілізація радіаційної ситуації й забезпечення переходу до планових робіт щодо ЛНРА;
- організація постійного контролю радіаційної ситуації;
- ухвалення рішення про методи й технічні засоби ліквідації наслідків радіаційних аварій;
- проведення планових заходів щодо ЛНРА до досягнення встановлених контрольних рівнів радіоактивного забруднення;
- створення тимчасової або стаціонарної системи безпечного поводження з радіоактивними відходами (локалізація та ліквідація об'єктів первинного й вторинного забруднень, видалення радіоактивних відходів, що утворюються, на тимчасові або стаціонарні майданчики тощо);
- забезпечення необхідного рівня заходів захисту населення, що проживає на забруднених територіях.

На цій стадії проводиться уточнення й деталізація даних інженерної та радіаційної обстановки, зонування територій за видами та рівнями випромінювань і реалізація заходів, необхідних і достатніх для забезпечення заданого рівня заходів захисту населення.

У цей період на поверхнях об'єктів радіонукліди знаходяться в нефіксованих або слабо фіксованих формах. Методи ЛНРА на цій фазі аварії повинні виключити можливість виникнення вторинних забруднень, запобігти процесу фіксації радіоактивних речовин на поверхні та проникнення їх углиб об'єму і, як наслідок, понизити рівень вимог до необхідних заходів захисту населення.

На пізній стадії виконуються такі завдання ліквідації наслідків радіаційних аварій:

- завершення планових робіт щодо ЛНРА і доведення радіоактивного забруднення до передбачених Нормами радіаційної безпеки рівнів;
- ліквідація тимчасових майданчиків складування радіоактивних відходів

або організація радіаційного контролю безпеки зберігання на весь період потенційної небезпеки;

- забезпечення мешкання населення без дотримання заходів захисту. Роботи на пізній ЛНРА найбільш трудомісткі та тривалі.

## ЛЕКЦІЯ 4

### ПРОВЕДЕННЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЙ

- 4.1 Виявлення радіаційної ситуації.
- 4.2 Радіаційний контроль.
- 4.3 Радіаційний захист населення при ліквідації наслідків аварій.
- 4.4 Дезактиваційні роботи.
- 4.5 Санітарна обробка.
- 4.6 Локалізація та поховання джерел радіоактивного забруднення.
- 4.7 Збір, транспортування та поховання радіоактивних відходів.
- 4.8 Водозахисні заходи.
- 4.9 Заходи безпеки під час виконання робіт із ліквідації наслідків радіаційних аварій.

#### 4.1 Виявлення радіаційної ситуації

*Виявлення радіаційної ситуації* при аваріях полягає у визначенні методом прогнозування або за даними розвідки масштабів і ступеня радіоактивного забруднення навколишнього середовища.

*Оцінка радіаційної обстановки* включає визначення впливу радіоактивного забруднення навколишнього середовища на дії сил Єдиної державної системи цивільного захисту й поведінка населення, а також обґрунтування заходів захисту.

*У разі виявлення радіаційної ситуації* вирішуються такі завдання:

- прогнозування радіаційних наслідків можливих аварій;
- виявлення радіоактивного забруднення;
- радіаційна розвідка й контроль за розповсюдженням радіоактивних речовин;
- встановлення меж і ступеня (щільність) радіоактивного забруднення;
- визначення оптимальних маршрутів руху людей, транспорту та іншої техніки до аварійного об'єкта, евакуації (відселення) населення й сільськогосподарських тварин.

*Прогнозування радіаційних наслідків аварій* із викидом (скиданням) радіоактивності в навколишнє середовище має на меті:

- визначення радіологічної значущості аварії на основі оцінки потенційних доз опромінювання населення;
- класифікація аварій за радіологічною тяжкістю та вибір на цій основі

оптимальних заходів радіаційного захисту населення.

*При прогнозуванні радіаційних наслідків аварій здійснюється:*

- визначення масштабів розповсюдження радіоактивної речовини (визначення меж зони радіаційної аварії) залежно від характеристик викиду (скидання), географічних, погодних та інших природних умов;
- оцінка ступеня радіоактивного забруднення навколишнього середовища на різних фазах аварії залежно від місцеположення щодо джерела викиду;
- оцінка потенційних доз опромінювання населення на різних фазах аварії.

Прогнозування радіаційних наслідків аварій проводиться протягом нормальної діяльності об'єкта при розробці відповідних аварійних планів. Прогноз уточнюється на ранній, проміжній і пізній фазах аварії на основі отримуваних даних про радіаційну обстановку з метою коректування планів і методів ЛНРА.

Для виявлення радіоактивного забруднення використовуються автоматизовані системи контролю викидів радіоактивних речовин, встановлені на будівлях і спорудах радіаційно небезпечних об'єктів, і автоматизовані системи контролю радіаційної ситуації в санітарно-захисних зонах і зонах спостереження цих об'єктів.

*Радіаційна розвідка* включає: обстеження (контроль) території (акваторії, повітряного простору), будівель, споруд, техніки в цілях підтвердження факту їх радіоактивного забруднення; визначення руху забрудненої хмари, потужності дози й щільності радіоактивного забруднення, позначення радіаційно небезпечних районів (ділянок) місцевості, окремих об'єктів і маршрутів.

Радіаційна розвідка організовується та здійснюється на основі даних прогнозу про райони можливого радіоактивного забруднення й радіаційної обстановки, що склалася. Специфіка радіаційної розвідки визначається особливостями формування радіаційної обстановки. Дані розвідки використовуються для оцінки можливого рівня зовнішнього та внутрішнього опромінювання персоналу об'єкта й населення, для встановлення необхідності евакуації (відселення) населення, встановлення режимів роботи людей, що повертаються для локалізації та ліквідації наслідків аварії.

Радіаційна розвідка ведеться на повітряних і наземних транспортних засобах, а в деяких випадках – пішим порядком.

## **4.2 Радіаційний контроль**

*Радіаційний контроль* – контроль за дотриманням норм радіаційної безпеки й основних санітарних правил роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючого випромінювання, а також отримання інформації про рівні опромінювання людей і про радіаційну ситуацію на об'єкті та в навколишньому середовищі.

Виокремлюють *дозиметричний і радіометричний контроль*.

*Дозиметричний контроль* – комплекс організаційних і технічних заходів щодо визначення доз опромінювання людей із метою кількісної оцінки ефекту

дії на них іонізуючих випромінювань.

*Радіометричний контроль* – комплекс організаційних і технічних заходів щодо визначення інтенсивності іонізуючого випромінювання радіоактивних речовин, що містяться в навколишньому середовищі, або ступеня радіоактивного забруднення людей, техніки, сільськогосподарських тварин і рослин, а також елементів навколишнього природного середовища.

Дозиметричний контроль ведеться *груповим і індивідуальним способами*, для населення допускається проводити розрахунковим шляхом по рівнях випромінювання й часу роботи. За даними контролю визначаються режим роботи формувань і необхідність напряму на обстеження до медичних установ.

*Груповий контроль* організовується командиром (начальником) із метою отримання даних про середні дози опромінювання особового складу для визначення можливості подальшої роботи. Для цього формування забезпечуються вимірювачами дози (дозиметрами) з розрахунку 1–2 дозиметри на групу людей 14–20 осіб, що діють в однакових умовах ситуації.

*Індивідуальний контроль* проводиться з метою отримання даних про дози опромінювання кожної людини, які необхідні для первинної діагностики ступеня тяжкості променевого ураження. У зв'язку з цим особовому складу формувань видаються індивідуальні вимірювачі потужності дози (дозиметри).

*Радіометричний контроль* (контроль радіоактивного забруднення) здійснюється з метою визначити необхідність спеціальної обробки техніки, використовуваної при ліквідації наслідків радіаційних аварій; санітарної обробки особового складу та населення після виходу із зон радіоактивного забруднення; дезактивації будівель, споруд, дорогий, місцевості, одягу, матеріальних засобів; знезараження продовольства й води.

*Контроль радіоактивного забруднення будівель, споруд, устаткування й місцевості до та після дезактивації* здійснюється безпосередньо в зонах забруднення за допомогою табельних приладів або шляхом узяття проб ґрунту, мазків з будівель, споруд, устаткування та обробки їх у лабораторіях.

Контроль радіоактивного забруднення води й продовольства проводиться шляхом узяття проб і обробки їх у лабораторіях.

#### **4.3 Радіаційний захист населення при ліквідації наслідків аварій**

Основою всіх заходів радіаційного захисту населення при аваріях із викидом радіоактивних речовин у навколишнє середовище є такі три способи зниження потенційних доз опромінювання людини:

– зменшення інтенсивності й дози безпосередньої дії іонізуючих випромінювань на людину шляхом фізичного екранування джерел  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  випромінювань, збільшення відстані до цих джерел і зменшення тривалості опромінювання людини, що створюється різними джерелами зовнішнього та внутрішнього опромінювання (дезактивація території, укриття у сховищах, евакуація, відселення);

– ліквідація або обмеження шляхів внутрішнього опромінювання людини (використання засобів захисту, евакуація, відселення, модифікація

продовольчого забезпечення тощо);

– тимчасова модифікація фізіологічних процесів у опромінюваних осіб завдяки застосуванню радіозахисних профілактичних засобів (застосування препаратів стабільного йоду).

Перший і третій способи є переважною основою превентивних заходів і заходів, здійснюваних на ранній і проміжній стадіях, другою – додатковою основою заходів на проміжній і пізній стадіях ліквідації наслідків аварії.

Превентивні (застережливі) заходи радіаційного захисту населення робляться тільки при достатній тривалості початкової фази аварії. До превентивних заходів, що робляться в цей час, належить укриття населення в протирадіаційних укриттях і, за можливості, забезпечення населення радіозахисними профілактичними препаратами й засобами індивідуального захисту. Впродовж цієї фази здійснюються організаційні заходи щодо підготовки до евакуації населення. У разі загрози викиду радіоактивного йоду й інших біологічно значущих нуклідів (наприклад,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  тощо) припиняється випас молочної худоби та організовується переклад його на стійловий зміст.

При достатності часу впродовж ранньої та проміжної фаз аварії здійснюється комплекс заходів з обмеження надходження радіоактивних речовин в організм людей із харчовим раціоном.

Комплекс цих заходів зазвичай застосовується на пізній фазі аварії, проте здійснення його в ранній період аварії дає змогу понизити дози внутрішнього опромінювання при ситуаціях із викидом короткоживучих радіонуклідів.

За своїм змістом ці заходи розподіляються на три категорії:

– організація контролю за вмістом радіоактивних речовин у споживаному населенням продовольстві й питній воді та вибраковування продовольства й води з рівнями забруднення, що перевищують встановлені аварійні рівні, еквівалентні аварійним дозовим межам;

– введення обмежень на споживання окремих видів продовольства або води в певних районах;

– зміна системи забезпечення населення продовольством і питною водою.

Ці заходи можуть застосовуватися кожен окремо або в поєднанні залежно від конкретних умов забезпечення населення продовольством і водою в конкретному районі.

При плануванні обмеження вільного переміщення населення й вільного доступу його в зону радіаційної аварії враховується, що мета, з якою вводяться обмеження, повинні бути різними для різних фаз аварій:

а) на ранній фазі аварії:

– уникнути непотрібного входу додаткової кількості осіб на передбачувані небезпечні ділянки;

б) на ранній і проміжній фазах аварії:

– забезпечити оптимальні шляхи евакуації населення;

– забезпечити аварійним групам оптимальні шляхи доступу до місць їхніх дій;

– забезпечити групам радіаційного контролю оптимальні шляхи доступу до контрольованих ділянок;

- запобігти після евакуації недозволеному повторному входу в зони відселення;

- забезпечити збереження державної та особистої власності, залишеної в зонах евакуації;

- в) на пізній фазі аварії:

- запобігти або понизити непередбачене опромінювання осіб від радіоактивних речовин, що осіли на землю, і вдихання їх у результаті вітрового підйому;

- уникнути додаткового радіоактивного забруднення аварійного устаткування й матеріалів;

- виключити недозволене переміщення забруднених продовольчих і непродовольчих матеріалів на чисті ділянки;

- запобігти несанкціонованому або самовільному використанню забрудненої території в господарських цілях організаціями всіх форм власності, а також населенням;

- г) на всіх фазах аварії:

- направляти використовуваний транспорт, минаючи найбільш забруднені ділянки;

- уникати зайвого перевезення устаткування і матеріалів у забруднені місця;

- запобігати рознесенню радіоактивного забруднення на колесах (гусеницях) транспортних засобів у менш забруднені й чисті райони.

Ефективною мірою радіаційного захисту є обмеження на роботи, що проводяться на відкритому повітрі. *Під роботами, що проводяться на відкритому повітрі*, розуміють окремі види діяльності, пов'язані з будівництвом, забезпеченням роботи зв'язку, транспорту, систем енергопостачання тощо. Іншим різновидом подібної діяльності є соціально-побутова – знаходження на дачних ділянках, у турпоходах і екскурсіях, на любительській риболовлі тощо. Таке обмеження вводиться тимчасово до особливого розпорядження й може закінчуватися евакуацією певного контингенту людей.

*Обмеження діяльності, що призводить до інтенсивного пилоутворення* є мірою, що знижує надходження радіоактивності в організм людини при вдиханні й запобігає рознесенню радіоактивних речовин на менш забруднені ділянки території. Тривалість її здійснення визначається швидкістю природної фіксації радіоактивних речовин на поверхні ґрунту та на практиці може охоплювати перший весінньо-літньо-осінній сезон після випадань радіонуклідів.

Обмеження на роботи, що призводять до інтенсивного пилоутворення, вводиться якомога раніше і, насамперед, на ділянках території з максимальною щільністю радіоактивного забруднення. Надалі це обмеження може бути введене й у всій зоні радіаційної аварії, особливо в тих районах, де продовжується господарське використання території.

*При цьому вводяться обмеження на такі види робіт:*

- роботи, пов'язані з порушенням поверхневого шару ґрунту й виїмкою ґрунту механічними та іншими засобами (вибухом);



- переміщення транспортних засобів;
- сільськогосподарські роботи, пов'язані з обробкою ґрунту, проведенням агротехнічних заходів, заготівкою сіна та збиранням врожаю.

На ранній і проміжній фазах аварії допускаються пилоутворюючі роботи тільки для забезпечення необхідних аварійних оперативних дій, таких як:

- пересування транспорту по будь-яких видах шляхів для здійснення евакуації населення й перевезення аварійних оперативних груп (формувань, що залучаються до ліквідації аварії);

- створення додаткових проїздів (проходів) за неможливості використання наявних шляхів для евакуації населення й транспортування оперативних груп (формувань) через сильне радіоактивне забруднення цих шляхів або з інших причин;

- створення земляних (або з використанням ґрунту) споруд з метою запобігання подальшому інтенсивному радіоактивному забрудненню (наприклад, захисних гребель для водойм – джерел забруднення або джерел водопостачання) або з метою захисту від випромінювань (земляні екрани уздовж основних шляхів) на ділянках із надзвичайно високими рівнями забруднення.

Будь-які інші види діяльності з інтенсивним пилоутворенням, зокрема дезактивація території, в цей період обмежуються.

На пізній фазі аварії допускаються роботи, які не можуть бути відсунуті в часі.

Пилоутворення при пересуванні транспортних засобів може бути виключене або понижене завдяки таким заходам:

- обмеження використання шляхів без асфальтового або бетонного покриття, їх систематичне зволоження;
- створення асфальтового або бетонного покриттів на ділянках ґрунтових шляхів, які не можуть бути виведені з використання;
- обмеження проїзду транспортних засобів по узбіччях шляхів;
- зниження швидкості руху транспорту.

*Технічною мірою захисту* від підвищеної концентрації радіоактивних речовин в атмосферному повітрі під впливом вітрового підйому (від природних чинників і людської діяльності) і подальшого рознесення радіоактивності по навколишній території є *пилопридушення*. Цей захід захисту, як і обмеження діяльності, пов'язаної з інтенсивним пилоутворенням, найбільш ефективний на ранній і проміжній фазах аварії і, насамперед, повинна застосовуватися до ділянок території та доріг із високою щільністю радіоактивного забруднення, де здійснюються невідкладні аварійні дії з супутнім пилоутворенням.

*Пилопридушення* здійснюється двома основними способами:

- зволоження поверхні;
- скріплення поверхні спеціальними засобами.

Зволоження поверхні вимагає достатньо великої витрати води.

Цей захід доцільний використовувати для асфальтових і бетонних покриттів малої площі, зокрема шляхів, де систематичний полив є одночасно засобом дезактивації.

Пилопридушення за допомогою спеціальних зв'язувальних засобів,

застосовується на ґрунтових ділянках дорогих і місцевості, особливо за наявності сипких ґрунтів і ґрунтів зі складом, що легко деформується.

Основною метою заходів, здійснюваних на пізній фазі аварії, є зниження зовнішнього опромінювання населення й запобігання або максимальне зниження надходження радіоактивності в організм людей із харчовими продуктами й питною водою. Шляхами досягнення цієї мети є таке:

- організація життєдіяльності населення на забрудненій території з урахуванням заходів захисту, введених у попередній період;
- дезактивація території, будівель, споруд, знарядь виробництва;
- забезпечення населення незабрудненими (або що не перевищують встановлені норми радіоактивного забруднення) харчовими продуктами й питною водою.

Усі вказані способи захисту повинні враховувати інфраструктуру, що існує в регіоні, і практику господарювання.

Для оптимізації захисних заходів і організації життєдіяльності населення на пізній фазі аварії проводиться розділення всієї зони радіаційної аварії на окремі ділянки за рівнями радіоактивного забруднення. Це дає змогу обґрунтованіше визначити:

- можливості тривалого мешкання на певній ділянці території;
- можливості виробництва конкретних видів продукції продовольчого й непродовольчого призначення;
- характер виробничої діяльності в умовах радіоактивного забруднення.

На пізній фазі аварії не застосовуються укриття у сховищах і евакуація населення, які повинні бути здійснені в ранній період аварії, але при цьому може потрібно відселення, якщо оцінки доз опромінювання, засновані на реальних вимірюваннях потужності дози зовнішнього опромінювання та концентрації радіонуклідів вкажуть на можливість перевищення встановленої граничної дози з урахуванням вживаних заходів захисту.

Рішення про відселення ухвалюється якомога раніше, щоб максимально запобігти переопромінюванню людей.

На пізній фазі аварії способи організації, методи й засоби обмеження доступу й переміщення населення в забруднену зону істотно не відрізняються від описаних вище для ранньої та проміжної фаз аварії, проте обсяг заходів щодо обмеження доступу може при цьому змінитися.

Пилопридушення на цій фазі застосовується лише в окремих випадках, коли концентрації радіонуклідів в атмосферному повітрі, насамперед ізотопів урану та плутонію перевищують допустимі.

Медичне обслуговування на пізній фазі аварії здійснюється за спеціальною програмою й охоплює практично все населення зони радіаційної аварії та прилеглих територій.

*Основними завданнями медичних заходів протягом цього періоду є такі:*

- обстеження населення, що опинилося в зоні радіаційної аварії, диспансерне спостереження й виявлення осіб, що потребують госпіталізації;
- розгортання спеціалізованих відділень і лікарень;
- санітарно-гігієнічні та протиепідемічні заходи.

На пізній фазі аварії зберігаються заходи, введені на попередніх етапах:

- запобігання перенесенню радіоактивних речовин у результаті життєдіяльності людини, особливо з територій зон відчуження й відселення на територію мешкання населення;
- обмеження на роботи, пов'язані з інтенсивним пилоутворенням;
- обмеження часу роботи, що включає перебування на забрудненій території або контакт із радіоактивними речовинами;
- санітарна обробка населення.

#### 4.4 Дезактиваційні роботи

Ліквідація наслідків радіоактивного забруднення різних поверхонь і середовищ здійснюється шляхом проведення дезактиваційних робіт.

*Під дезактивацією* розуміється видалення (зниження концентрації) радіоактивних речовин із забруднених поверхонь (території, доріг, будівель, споруд, устаткування, техніки, транспортних засобів, одягу, взуття, засобів індивідуального захисту тощо) і з різних середовищ (повітря, води, харчової сировини, продовольства тощо) до допустимих норм.

У разі поверхневого забруднення дезактивація обмежується видаленням із поверхні об'єктів радіоактивних речовин, які закріпилися на ній унаслідок адгезії та адсорбції. Для дезактивації при глибинному забрудненні необхідне витягання радіоактивних речовин, що проникли углиб, і потім їх видалення.

#### 4.5 Санітарна обробка

У період радіаційної аварії та ліквідації її наслідків проводиться *санітарна обробка людей*. Залежно від радіаційної ситуації, що складається, ступеня забруднення людей, наявності часу й необхідних сил і засобів, вона може бути частковою або повною.

Часткова санітарна обробка полягає у видаленні радіоактивних речовин із частини шкірних покривів людини (обличчя, шиї, рук), а також з одягу, взуття, засобів індивідуального захисту.

*Повна санітарна обробка* полягає в обмиванні всього тіла людини теплою водою з милом, мочалкою та обробці слизистих оболонок очей, носа й рота 2 % розчином питної соди.

Дезактивація шкіри є засобом, що перешкоджає накопиченню радіонуклідів у внутрішніх органах людини. Її потрібно проводити якомога раніше.

Умовно виокремлюють два способи видалення радіоактивних речовин зі шкірних покривів:

- *механічний* – за допомогою липких пластирів, індиферентних порошків, ватяно-марлевих тампонів;
- *хімічний* – шляхом обробки шкіри складами, що дезактивують.

Після часткової санітарної обробки проводиться індивідуальний дозиметричний контроль. Якщо забруднення шкіри, одяг, взуття опиняться

вище встановлених нормативів, то проводиться повна санітарна обробка. Вона здійснюється на пунктах спеціальної обробки, рухомих і стаціонарних санітарних обмивальних пунктах і також супроводжується дозиметричним контролем.

#### **4.6 Локалізація та поховання джерел радіоактивного забруднення**

Заходи щодо локалізації проводяться до початку й одночасно з роботами з ліквідації радіоактивних забруднень. Загалом вони спрямовані на запобігання перерозподілу первинних радіоактивних забруднень шляхом їх вітрового та антропогенного перенесення, міграції з поверхневими й ґрунтовими водами.

##### **Локалізація поверхневих забруднень**

Вибір методів локалізації радіоактивних забруднень визначається стійкістю локалізувальних покриттів до дії атмосферних чинників. Більшість методів локалізації реалізуються шляхом створення полімерних покриттів, що мають різну стійкість до дії атмосферних чинників, тому методи локалізації радіоактивних забруднень на внутрішніх і зовнішніх поверхнях різні.

Для локалізації радіоактивних забруднень територій найчастіше використовуються: обробка відкритих ділянок місцевості пилопридушуючими композиціями, хіміко-біологічне задерніння, екранування шаром чистого матеріалу, обвалування. Перші два методи засновано на скріпленні в малорухливі форми й фіксації пилоутворюючих радіоактивних забруднень на частинках ґрунтів. Екранування та обвалування забруднених ділянок дозволяє понизити радіаційний фон за їхніми межами.

Під час пилопридушення найдоцільнішим визнано застосування хімічних композицій, сприяючих не тільки скріпленню пилу, але й поліпшенню структури ґрунтів забруднених територій. Серед випробуваних найбільш широке застосування знайшли органічні дисперсії та відходи різних виробництв, що володіють властивостями поверхнево-активних речовин.

##### **Локалізація об'ємних забруднень**

Для локалізації та запобігання виходу радіоактивних речовин на поверхню об'ємних об'єктів використовуються:

- скріплення полімерними та плівкоутворюючими рецептурами;
- оранка; ізоляція глибинних ділянок забруднених ґрунтів і донних відкладень водоймищ;
- осадження зважених і розчинених у водах водоймищ забруднень.

#### 4.7 Збір, транспортування та поховання радіоактивних відходів

Особливістю збору й локалізації високоактивних матеріалів (уламки паливних елементів, конструкційних і захисних матеріалів) є, зазвичай, те, що по території вони розподілені випадковим чином. При проведенні робіт можлива несподівана «поява» джерела в результаті розбирання завалу або зміни його розташування.

Проведення робіт в умовах високих рівнів радіації повинне плануватися з максимально можливим застосуванням механізованих засобів.

Залежно від активності радіоактивних відходів, зміряної на відстані 1 м, збір їх повинен проводитися: при потужностях дози 0,1–1,0 Зв/год – із використанням дистанційного інструменту й захисних екранів, при потужностях дози більше 1,0 Зв/год – із використанням інженерних машин розгородження та робототехніки.

У процесі ліквідації радіаційної аварії та її наслідків можуть з'являтися тверді й рідкі радіоактивні відходи.

*Твердими радіоактивними відходами* при ліквідації аварії та її наслідків можуть бути:

- уламки конструкцій, що містять ядерне паливо й продукти його ділення;
- забруднені радіонуклідами конструкції реактора й інших елементів аварійного об'єкта;
- забруднені радіонуклідами конструктивні елементи будівель і споруд, ґрунт, дерева та інші елементи території об'єкта та навколишньої місцевості;
- забруднена вище за допустимі рівні спецтехніка й транспорт, а також сировина, продукція, відходи й інші предмети, що вивозяться із зони аварії та не піддаються дезактивації при триразовому циклі дезактивації;
- забруднена вище за допустимі рівні плівка, фільтри, матеріали, біологічні об'єкти, дари природи, харчові продукти;
- засоби захисту й спецодяг, забруднені вище встановлених щільностей або невіддатливі дезактивації.

*З-поміж рідких радіоактивних відходів* можна виокремити:

- теплоносій аварійних ядерних установок;
- дезактиваційні розчини після дезактивації приміщень об'єкта, спецтехніки, устаткування й транспорту;
- дезактиваційні води спецпралень;
- зливні води санпропускників;
- рідка сировина, продукція та відходи з наднормативною щільністю забруднення радіонуклідами, що вивозяться із зони аварії.

Рідкі відходи, за необхідності, зберігають у спеціальних герметичних ємностях, тверді – в спеціальних контейнерах із кришками. Ємності та контейнери виготовляють за спеціальними технічними умовами.

Використання нештатних збірників і контейнерів для зберігання радіоактивних відходів не допускається.

Конструкція збірників повинна забезпечувати механізоване їх вантаження й розвантаження.

Ємності й контейнери повинні бути закриті на замок, мати знаки радіаційної небезпеки та напис «Обережно! Радіоактивність!», а також інформацію про потужність дози гамма-випромінювання на відстані 1 м від збірки.

*Відстій забрудненої спецтехніки та транспорту* дозволяється здійснювати на відкритих майданчиках, на піднесених ділянках місцевості.

Усі пункти збору й тимчасового зберігання радіоактивних відходів захищаються, обладналися сигналізацією та попереджувальними написами.

*Скидання радіоактивних стічних вод господарсько-побутову каналізацію* допускається з концентрацією, що перевищує допустиму для води не більше ніж у 10 разів, якщо забезпечується їх десятиразове розбавлення нерадіоактивними стічними водами в колекторі, а сумарне скидання радіоактивних речовин не перевищує встановленого допустимого рівня.

Поховання високоактивних і середньоактивних твердих відходів здійснюється в капітальні залізобетонні споруди з багатократною гідроізоляцією (бітум, неіржавна сталь, бетон). Додатковим бар'єром проти міграції радіонуклідів є і місцевий глинистий ґрунт, прилеглий до дна та стінок капітальної споруди. У процесі ліквідації наслідків аварії будуються тимчасові «могильники» простого типу для поховання твердих слабоактивних відходів.

Траншейним методом допускається поховання низькоактивних твердих радіоактивних відходів із рівнями забруднення до 0,3 мЗв/год. Глибина траншеї повинна бути не менше трьох метрів.

Дно та скоси траншеї повинні мати глиняний замок завтовшки 20–30 см (якщо ґрунт не є водотривким), а також повинні бути покриті синтетичною плівкою, звареною на стиках.

Розміри траншеї за довжиною та шириною вибираються залежно від кількості захоронених блоків із твердими радіоактивними відходами та схеми їх укладання.

Для поховання твердих радіоактивних відходів можуть застосовуватися збірні залізобетонні лотки. Роботи з поховання твердих радіоактивних відходів проводяться в суху погоду й організуються так, щоб поховання та їх повна консервація були закінчені, зазвичай, протягом світлового дня.

У разі недотримання цієї умови повинні бути вжиті заходи з надійної охорони відходів, що ховаються, і по захисту траншеї від попадання дощових опадів.

Після закінчення земляного обвалування траншеї потужність дози гамма випромінювання на відстані 1 м від поверхні обвалування не повинна перевищувати 0,003 мЗв/год над рівнем гамма-фону конкретної місцевості у момент поховання, інакше земляний шар потрібно збільшити. Поховання повинне бути оформлене актом.

## 4.8 Водозахисні заходи

Радіоактивне забруднення території та відкритих водоймищ у зоні радіаційної аварії вимагає вживання невідкладних заходів щодо захисту води й вододжерел.

Серед них можна відокремити такі:

- перехід водопостачання населених пунктів із поверхневих і змішаних вододжерел на підземні. З цією метою повинні бути організоване буріння та введення додаткових артезіанських свердловин, збільшення потужності водопроводів;

- герметизація резервуарів чистої води й оснащення водопровідних станцій приладами для автоматичного виявлення радіоактивних речовин у питній воді;

- герметизація всіх шахтних колодязів і водозабірних свердловин шляхом улаштування над їхнім гирлом шатрового даху з двох шарів дощок із прокладанням між ними ізолюючого матеріалу й глиняного замку навколо гирла колодязя або свердловини;

- будівництво системи гребель, фільтруючих дамб, перемичок, донних пасток та інших гідротехнічних споруд, обвалування на окремих ділянках річок і осушних каналів для запобігання попаданню радіоактивних речовин у річки й водосховища в період сильних злив та інтенсивного сніготанення.

## 4.9 Заходи безпеки під час виконання робіт із ліквідації наслідків радіаційних аварій

Проведення робіт на територіях і об'єктах, забруднених радіонуклідами, здійснюють із застосуванням комплексу заходів радіаційної безпеки, спрямованих на зниження опромінювання працюючих і виключення занесення радіоактивного забруднення на чисті території, а також у виробничі й житлові приміщення.

*Комплекс заходів радіаційної безпеки для різних видів робіт* включає:

- суворе нормування радіаційних чинників;
- медичний огляд усіх осіб, що залучаються до роботи в умовах радіоактивного забруднення, і вирішення на цій основі питання про можливість допуску їх до робіт із ліквідації аварії та її наслідків;

- інструктаж із питань радіаційної безпеки;

- систематичний контроль за радіаційною ситуацією та її змінами й визначення на основі аналізу отриманих даних допустимої тривалості робіт на конкретних ділянках;

- індивідуальний дозиметричний контроль і облік опромінювання всіх працюючих на забрудненій місцевості;

- локалізацію забруднень;

- збір і передачу на тимчасове зберігання або поховання радіоактивних відходів;

- індивідуальний захист всіх тих, що працюють;

– організацію санітарно-пропускового режиму, що виключає розповсюдження забруднень із ділянок проведення робіт;

– санітарну обробку осіб, що залучаються для проведення аварійних робіт, і населення, систематичну дезактивацію устаткування, робочих місць, спецодягу, спецвзуття й інших засобів індивідуального захисту, використовуваних працівниками.

Допуск людей у зону радіаційної аварії проводять при їх добровільній письмовій згоді на участь у ліквідації аварії та її наслідків на контрактній основі, після медичного освідчення, спеціальної підготовки й інструктажу з радіаційної безпеки на місці роботи під розпис.

Інструктаж із радіаційної безпеки повинен включати ознайомлення:

– з характером виконуваних робіт і досліджуваними при цьому технічними засобами та прийомами робіт;

– заходами забезпечення радіаційної безпеки на робочому місці при виконанні різних операцій;

– радіаційною обстановкою на робочому місці;

– маршрутами й порядком проходу (проїзду) до робочих місць;

– пунктами дозиметричного контролю;

– місцезнаходженням пунктів дезактивації технічних засобів і санітарної обробки людей;

– використовуваними засобами індивідуального захисту й приладами дозиметричного контролю.

Для забезпечення безпеки проведення робіт в умовах радіоактивного забруднення необхідно дотримуватися встановленого режиму, що регламентує максимально допустимий час знаходження людей на об'єкті (ділянці) робіт, зокрема час у дорозі при русі до аварійного об'єкта й назад. Можливі варіанти режимів роботи визначаються по довідкових таблицях.

Для забезпечення контролю за величиною дози весь особовий склад забезпечується дозиметрами. Зниження уражальної дози досягається проведенням комплексу заходів, основними з яких є такі: змінність робіт і суворе дотримання встановленої для кожної зміни тривалості роботи в умовах радіоактивного забруднення; забезпечення необхідних захисних властивостей споруд для відпочинку в районах розташування; використання ізолюючого одягу й засобів індивідуального захисту; дотримання правил поведінки в зоні радіоактивного забруднення; приймання препарату йодистого калію до початку робіт у районі аварії тощо.

Для захисту органів дихання та шкіри, запобігання потраплянню радіоактивних частинок усередину організму особовий склад формувань забезпечується: протигазами, респіраторами, ізолюючим одягом. Для зменшення пилоутворення й поліпшення видимості робочий майданчик періодично поливається водою. На місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами, забороняється палити, пити, приймати їжу. Для їди відводяться спеціальні укриття, а на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами, крім того, обладнуються тимчасові пункти їди в наметах, що встановлюються на незаражених ділянках, захищених від вітру й пилу.



У період можливої роботи ведеться постійний дозиметричний контроль особового складу та персоналу.

Під час проведення дезактиваційних робіт потрібно дотримуватися таких заходів безпеки:

- виключити можливість взаємного забруднення робочих місць шляхом правильного обліку напряду вітру, інтервалів і дистанцій між оброблюваними об'єктами;
- забезпечити особовий склад необхідними та надійними засобами індивідуального захисту й дозиметричного контролю;
- не допускати великого скупчення відпрацьованих розчинів на робочих майданчиках, переповнювання збірних колодязів;
- вживати заходів щодо засипки збірних колодязів гірськими породами, що містять цеоліт;
- проводити періодичне очищення збірних колодязів від забрудненого мула, сорбентів та інших забруднюючих речовин;
- після закінчення робіт організувати дезактивацію своєї техніки, устаткування й засобів захисту;
- у процесі робіт вести позмінне спостереження за рівнями радіації на робочих місцях;
- на робочих місцях, відведених для обробки сильно забрудненої техніки або інших об'єктів, особовий склад забезпечити додатковими засобами індивідуального захисту й дозиметричного контролю.

Під час роботи особовий склад зобов'язаний:

- постійно стежити за справністю засобів індивідуального захисту;
- не знімати їх до закінчення робіт, а після їх закінчення обробити розчином, що дезактивує;
- у процесі роботи не допускати бризок, зайвої витрати розчину, що дезактивує, попадання використовуваних розчинів на відкриті ділянки шкіри;
- дрантя й інші матеріали, використані при дезактивації, зібрати для поховання.

Під час проведення дезактивації забороняється:

- сідати на забруднену місцевість або предмети;
- знімати або розстібати засоби індивідуального захисту;
- ставити на землю дозиметричні прилади тощо.

З метою зниження доз опромінювання при виконанні робіт із дезактивації необхідно уникати дотику до забрудненої поверхні, подовжувати брендспойти з щіткою до 1,5–2 м, не знаходитися на робочому місці у відсутності оброблюваного об'єкту.

При роботі в зимових умовах необхідно вживати заходів щодо запобігання обмороженню особового складу: використовувати теплі шкарпетки, підкладати теплі устілки, надягати під захисний одяг ватяні куртки та брюки, а на голову під капюшон захисного костюма – підшоломник.

Після закінчення проведення дезактиваційних робіт, запланованих на робочу зміну, особовий склад в обов'язковому порядку проходить санітарну обробку.

## ЛЕКЦІЯ 5

### ВИЗНАЧЕННЯ АВАРІЙНО ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН. КЛАСИФІКАЦІЯ ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Питання для розгляду на лекції:

5.1 Визначення аварійно хімічно небезпечних речовин.

5.2 Класифікація хімічно небезпечних об'єктів.

На території України розміщено понад 1,5 тис. хімічно небезпечних об'єктів, діяльність яких пов'язана з виробництвом, використанням, зберіганням й транспортуванням аварійно хімічно небезпечних речовин (далі – АХНР), а в зонах їх розміщення проживає понад 22,0 млн чоловік.

Небезпека функціонування цих об'єктів господарювання (хімічно небезпечних об'єктів) пов'язана з ймовірністю аварійних викидів (виливів) великої кількості аварійно хімічно небезпечних речовин за межі об'єктів, оскільки на багатьох із них зберігається 3–15 – добовий запас хімічних речовин. Ось чому кожна наступна надзвичайна ситуація може бути пов'язана із виливом або викидом у повітря аварійно хімічно небезпечних речовин.

Збільшення потенційної небезпеки виникнення, можливі важкі наслідки обумовлюють актуальність захисту населення й ліквідації наслідків хімічних небезпечних ситуацій на території України, регіоні, містах та інших населених пунктах.

*Хімічна аварія (аварія з АХНР)* – небезпечна подія техногенного походження, що настала від виробничих, конструктивних, технологічних чи експлуатаційних причин або від випадкових зовнішніх впливів, що призвела до пошкодження технічного обладнання, пристроїв, споруд, транспортних засобів із виливом (викидом) АХНР в атмосферу й реально загрожує життю, здоров'ю людей.

#### 5.1 Визначення аварійно хімічно небезпечних речовин

Сьогодні в народному господарстві України використовуються десятки тисяч різних хімічних сполук, до того ж щорічно ця кількість збільшується на 200–1000 нових речовин.

За ступенем токсичності при інгаляційному (через органи дихання) і пероральному (через шлунково-кишковий тракт) шляхах попадання в організм хімічні речовини можна розбити на шість груп, а за ступенем дії на організм людини на чотири класи.

*ССК* – середня смертельна токсодоза  $LC_{50}$ , яка приводить до загибелі 50 % людей або тварин при 2–4 годинній інгаляційній дії.

*До найбільш небезпечних* (надзвичайно і високо токсичних) хімічних речовин належать:

– деякі сполуки металів (органічні й неорганічні похідні миш'яку, ртуті, кадмію, свинцю, талію, цинку та інших);

- карбоніли металів (тетракарбоніл нікелю, пентакарбоніл заліза та інші);
- речовини, що мають ціанисту групу (синильна кислота та її солі, бензальдегідціангідрон, нітрили, органічні ізоціанати);
- сполуки фосфору (фосфорорганічні сполуки, хлорид фосфору, фосфін, фосфідин);
- фторорганічні сполуки (фтороцтова кислота та її ефіри, фторетанол та інші);
- хлоргідрони (етиленхлоргідрон, епіхлоргідрон);
- галогени (хлор, бром);
- інші сполуки (етиленоксид, аліловий спирт, метил бромід, фосген, інші).

До *сильно токсичних* хімічних речовин належать:

- мінеральні й органічні кислоти (сірчана, азотна, фосфорна, оцтова, інші);
- луги (аміак, натронне вапно, їдкий калій та інші);
- сполуки сірки (діметилсульфат, розчинні сульфідни, сірковуглець, розчинні тіоціанати, хлорид і фторид сірки);
- хлор- і бромзаміщені похідні вуглеводню (хлористий і бромистий метил);
- деякі спирти й альдегіди кислот;
- органічні й неорганічні нітро- та аміносполуки (гідроксиамін, гідразин, анілін, толуїдин, нітробензол, динітрофенол);
- феноли, крезоли та їхні похідні;
- гетероциклічні сполуки.

До *помірно токсичних, мало токсичних і практично не токсичних* хімічних речовин, які не становлять собою хімічної небезпеки, належить вся основна маса хімічних сполук.

Необхідно відмітити, що особу групу хімічно небезпечних речовин складають *пестициди* – препарати, які призначені для боротьби зі шкідниками сільсько-господарського виробництва, бур'янами тощо. Більшість із них дуже токсична для людини.

За хімічним складом пестициди можна розподілити на групи:

- фосфорорганічні сполуки (паратіон, диметоксидихлорвінілфосфат, карбофос, хлорофос та інші);
- карбонати (севін, карботіон та інші);
- хлорорганічні сполуки (ДДТ, дильдрін, гексахлоран та інші);
- ртутьорганічні сполуки (метилртуть, ацетат метоксіетилртуті та інші);
- похідні фенікси оцтової кислоти (2, 4-дихлорфеніксоцтова кислота-2, 4-Д; 2, 4, 5-трихлорфеніксоцтова кислота – 2, 4, 5-Т);
- похідні дипіридила (паракват, дикват та інші);
- органічні нітросполуки (динітроортокрезол – ДНОК, динітрофенол – ДНФ);
- інші.

Більшість із вище перелічених хімічних речовин, зокрема й слабо токсичні (помірно, слабо токсичні та практично не токсичні), можуть стати причиною тяжкого ураження людини. Водночас призвести до масових санітарних втрат унаслідок аварій (катастроф), що супроводжуються викидами

(випливами) хімічних речовин, можуть не всі хімічні сполуки, зокрема навіть надзвичайно, високо й сильно токсичні.

Тільки частина хімічних сполук при поєднанні визначених токсичних і фізико-хімічних властивостей, таких як висока токсичність при дії через органи дихання, шкіряні покрови, велика тоннажність виробництва, використання, зберігання та перевезення, а також можливість легко переходити в аварійних ситуаціях у головний фактор ураження (пару або тонко дисперсний аерозоль), який може стати причиною ураження людей. Ці хімічні сполуки відносяться до групи аварійно хімічно небезпечних речовин

Отже, АХНР – це обертання у великих кількостях у промисловості, сільському господарстві й на транспорті токсичних хімічних сполук, що можуть у разі руйнування (аварії) на об'єктах легко переходити в повітря та спричинити масові ураження сил цивільної оборони та населення.

## 5.2 Класифікація хімічно небезпечних об'єктів

*До хімічно небезпечних об'єктів належать:*

- заводи та комбінати хімічних галузей промисловості, а також окремі установки й агрегати, які виробляють або використовують АХНР;
- заводи або їхні комплекси з переробки нафтопродуктів;
- виробництва інших галузей промисловості, які використовують АХНР;
- підприємства, які мають на оснащенні холодильні установки, водонапірні станції та очисні споруди, які використовують хлор або аміак;
- транспортні засоби, контейнери й наливні поїзди, автоцистерни, річкові та морські танкери, що перевозять хімічні продукти;
- склади та бази із запасами отрутохімікатів для сільського господарства.

Сьогодні людство у промисловості, сільському господарстві, побуті використовує близько 6 млн токсичних речовин, із яких 60 тис. найменувань промисловість виробляє у великій кількості. Серед них, понад 500 належить до сильнодіючих отруйних речовин (далі – СДОР).

СДОР – хімічні речовини, призначені для застосування у народному господарстві та які через свою токсичність при певних умовах, здатні викликати масове ураження людей, тварин, а також зараження навколишнього середовища.

На території України знаходиться більше 1 800 підприємств, які виробляють і зберігають понад 280 тис. тонн різних СДОР і ОР. У зоні цих об'єктів проживає близько 20 млн осіб. Нарощення хімічного виробництва призвело також до зростання кількості промислових відходів, які становлять небезпеку для навколишнього середовища й людей.

**Хімічна аварія** – непланований, некерований викид (розлив, розсипання, витік) СДОР і ОР, негативно діючий на людину та навколишнє середовище.

**Хімічно небезпечний об'єкт** – об'єкт, на якому використовуються, виготовляються одна або кілька хімічно небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси. **Порогова маса** – нормативно встановлена маса окремої хімічної речовини.

Хімічні аварії на ХНО виникають унаслідок порушення технології виробництва, порушення техніки безпеки на об'єктах зберігання хімічних речовин або знищення хімічної зброї, помилок операторів та в поодиноких випадках – помилок при проектуванні ХНО, застосуванні зброї масового знищення при воєнних конфліктах та терористичних актах.

Головною особливістю хімічних аварій (на відміну від інших промислових катастроф) є їхня здатність розповсюджуватись на значні території, де можуть виникати великі зони небезпечного забруднення навколишнього середовища. Повітряні потоки, які містять гази, пароподібні токсичні компоненти, аерозолі та інші частинки, стають джерелом ураження живих організмів не тільки в осередку катастрофи, а і в прилеглих районах.

При аваріях на хімічно-небезпечних об'єктах можливе зараження навколишнього середовища декількома токсичними речовинами, утвореними внаслідок вторинних хімічних реакцій, до того ж, токсична дія може бути підсилена (синергізм), або ослаблена (антогонізм).

Залежно від відстані, на яку розповсюджується СДОР і ОР, після його викиду в навколишнє середовище виокремлюють три типи аварій на ХНО:

- локальна – хімічні наслідки якої обмежуються однією спорудою (агрегатом, установкою) підприємства, приводять до зараження в споруді повітря, обладнання та створюють загрозу робітникам, які там перебувають;

- місцева – хімічні наслідки якої обмежуються виробничим майданчиком підприємства або його санітарно-захисною зоною та створюють загрозу ураження виробничого персоналу всього підприємства;

- загальна – хімічні наслідки якої поширюються за межі зони виробничого майданчика підприємства та його санітарно-захисної зони з перевищенням порогових токсодоз, що призводить до забруднення навколишнього середовища й ураження населення, яке проживає в цій місцевості.

Санітарно-захисна зона – це відстань від підприємства до найближчих житлових та громадських будівель.

До ХНО належать:

- підприємства хімічної, нафтопереробної, нафтоперегінної промисловості та інші споріднені підприємства;

- підприємства, які використовують холодильні установки, водонасосні станції, очисні споруди з використанням аміаку та хлору;

- залізничні станції, які мають колії для відстою поїздів із СДОР;

- склади й бази з запасами хімічних речовин для дезінфекції, дезінсекції, дератизації, сховища з зерном та продуктами його переробки;

- склади й бази з запасами отрутохімікатів, які використовуються у сільському господарстві;

- газо- та нафтопроводи;

- станції очищення водопровідної води.

Аварії на ХНО відрізняються:

- характером об'єкта (видами СДОР і ОР, що використовуються, кількістю речовини, способом зберігання);

- часом аварії (день, ніч, зима, літо);
- метеорологічними умовами (напрямок і швидкістю вітру, температурою повітря);
- ступенем зараження території об'єкта рідким СДОР.

Унаслідок попадання в навколишнє середовище СДОР і ОР на території об'єкта утворюється зона хімічного забруднення (далі – ЗХЗ), усередині якої виникають осередки хімічного ураження (далі – ОХУ). При великомасштабних аваріях зона хімічного ураження може поширюватись за межі об'єкта й уражальний фактор діє не тільки на прилеглі населені пункти, а й більш віддалені від місця аварії.

Зона хімічного забруднення – територія, на яку поширилася хмара СДОР з небезпечною для людини концентрацією внаслідок аварії на ХНО.

Осередок хімічного ураження – територія, що зазнала безпосереднього впливу отруйних речовин і в межах якої внаслідок аварії на ХНО виникли масові ураження людей, зараження місцевості.

Осередок ураження в медико-тактичному плані характеризується:

- ураженням навколишнього середовища;
- несподіваністю, швидкістю, масовістю, одномоментністю виникнення ураження;
- великою кількістю тяжких уражень;
- наявністю великої кількості комбінованих уражень (інтоксикація СДОР та опіки, інтоксикація СДОР та травма тощо).

Осередків ураження в зоні хімічного забруднення може бути декілька. Залежно від довготривалості ураження, місцевості й часу проявлення уражальної дії осередки діляться на чотири види (медико-тактична класифікація):

- осередок ураження стійкими, швидкодіючими речовинами (анілін, фурфурол, ФОС, зарін, Yі-гази у вигляді аерозолі тощо);
- осередок ураження стійкими, повільнодіючими речовинами (сірчана кислота, іприт, тетраетилсвинець);
- осередок ураження нестійкими, швидкодіючими речовинами (аміак, хлорціан, синільна кислота, оксид вуглецю тощо);
- осередок ураження нестійкими, повільнодіючими речовинами (фосген, дифосген, VZ, азотна кислота, хлорнітрил) таблиця 5.1.

Таблиця 5.1 – Характеристики реалізації небезпеки

Вид осередку	Тривалість ура жальний	Час формування втрат серед населення
Стійкі, сильнодіючі	більше одної години	1–10 хв
Стійкі, повільнодіючі	більше одної години	1–10 год
Нестійкі швидкодіючі	хвилина – 10 хвилин	1–10 хв
Нестійкі повільнодіючі	хвилина – 10 хвилин	1–10 год

Осередкам ураження, що виникли від дії стійких швидкодіючих СДОР і ОР, властиво:

- миттєве (протягом хвилин) ураження значної кількості людей;
- швидке протікання інтоксикації з переважанням тяжких уражень, тривалість життя потерпілих без надання медичної допомоги не перевищує однієї години з моменту появи клініки ураження;
- дефіцит часу у органів охорони здоров'я для організації роботи залежно від виниклої ситуації;
- необхідність надання термінової ефективної медичної допомоги в осередку ураження;
- організація спеціалізованої медичної допомоги.

ХНО характеризуються ступенем хімічної небезпеки. Виокремлюють три ступені залежно від кількості СДОР (по хлору):

I ступінь – дорівнює вмісту 250 і більше тонн хлору;

II ступінь – від 50 до 250 тонн хлору;

III ступінь – від 0,8 до 50 тонн хлору.

Для інших СДОР встановлено коефіцієнт еквівалентності по хлору:

- фосген – 0,75;
- синильна кислота – 0,75;
- окисли азоту – 0,75;
- аміак – 0,75;
- сірководень – 0,75;
- сірчаний ангідрид – 0,75;
- сірчаний вуглець – 0,75.

Для встановлення ступеня небезпечності об'єкта потрібно кількість СДОР на об'єкті поділити на коефіцієнт еквівалентності (далі – КЕ) по хлору й порівняти з даними ступеню небезпечності по хлору.

Небезпечність хімічних об'єктів та адміністративних територіальних одиниць прийнято визначати за кількістю людей, які можуть потрапити у зону можливого хімічного зараження. Ця зона визначається колом навколо ХНО з радіусом рівним глибині розповсюдження повітря з уражаючою концентрацією (токсичною або пороговою дозою). ХНО об'єкти діляться на:

I ступінь – у зону можливого хімічного зараження може потрапити понад 75 тис. осіб.

II ступінь – у зону можливого хімічного зараження може потрапити від 40 до 75 тисяч осіб.

III ступінь – у зоні можливого хімічного зараження мешкає менше 40 тис. осіб.

IV ступінь – у зону можливого хімічного зараження може потрапити персонал об'єкта.

Адміністративно-територіальна одиниця (далі – АТО) вважається хімічно небезпечною, якщо у зону можливого хімічного зараження потрапляє:

- перша категорія – 50 % населення й більше.
- друга категорія – від 30 % до 50 % населення;
- третя категорія – від 10 % до 30 % населення.

Розлиття СДОР на ХНО може привести до випаровування речовини.

У разі, коли миттєво випаровується вся кількість вилитого СДОР (10 хв), утворюється хмара (аміак, хлор) із високою концентрацією аерозоля або пари. Така отруйна хмара знаходиться на висоті до 20 метрів від поверхні землі й кордони її протягом 2–3 хв чітко видно. Радіус такої хмари залежно від кількості вилитого СДОР становить 0,5–1 км. Потім хмара переміщується з повітрям, а розміри її збільшуються при просуванні під дією вітру від декількох десятків метрів до десятків кілометрів (50–70 км.).

Коли ж випаровування відбувається повільніше, за рахунок теплого повітря та тепла ґрунту, його називають нестійким. У перші хвилини інтенсивність випаровування невелика, але з часом вона зростає, що приводить до тривалого зараження атмосфери.

При рівномірному по часу випаровуванні (від години до декількох діб), кількість СДОР у повітрі не перевищує 3–5 % при температурі +25 °С, а уражуюча дія залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР, температури повітря, його вологості, швидкості вітру та вертикальної стійкості.



## ЛЕКЦІЯ 6

### ПРИЛАДИ РАДІАЦІЙНОГО, ХІМІЧНОГО ТА БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ

Питання для розгляду на лекції:

- 6.1 Порядок підготування й роботи з приладом ДП-5В.
- 6.2 Правила користування прибором ДП-22В.
- 6.3 Прийоми роботи з ВПХР.
- 6.4 Порядок підготування й роботи з приладом МКС-У.
- 6.5 Порядок підготування й роботи з приладом «ТЕРРА».
- 6.6 Порядок підготування й роботи з приладом ДКГ-21.
- 6.7 Порядок підготування й роботи з приладом «ДОЗОР».

У сучасних дозиметричних приладах найрозповсюдженіший іонізаційний метод знаходження та вимірювання іонізуючих випромінювань. Він заснований на використанні однієї з властивостей радіоактивних речовин – іонізувати середовище, в якому вони розповсюджуються (тобто розщеплювати нейтральні молекули або атомні пари: додатні – іони та від’ємні – електрони).

Якщо взяти замкнений об’єм газу й надати йому електричний струм, то ті електрони та іони, що утворюються при опроміненні придуть до упорядкованого руху: перші будуть переміщуватись до анода, другі – до катода. У наслідок цього між електродами (анодом і катодом) виникає так званий іонізаційний струм, величина котрого прямо пропорційна потужності дози іонізуючого випромінювання. За силою іонізаційного струму можна судити про інтенсивність випромінювань.

Сприймаючими пристроями дозиметричних приладів є іонізаційні камери та іонізаційні лічильники.

Іонізаційна камера становить заповнений повітрям замкнуту ємність, у якому поміщені додатній і від’ємний електроди. Анодом у ній служить токопроводящий шар, катодом – металевий стержень. До електродів підводиться струм від джерела живлення, яке утворює в камері електричне поле. Якщо іонізуючих променів немає, то повітря в камері не іонізоване й не проводить електричний струм.

Під дією випромінювань повітря в камері іонізується, ланцюг замикається та по ній проходить іонізаційний тік. Він поступає в електричну схему приладу, підсилюється, перетворюється й змінюється мікроамперметром, шкала якого відградуєвана в рентгенах на годину або мілірентгенах на годину. Подібні іонізаційні камери застосовуються в приладах, за допомогою яких вимірюють потужність дози гамма-випромінювання (рівень радіації) на місцевості.

Газорозрядний лічильник уявляє собою металевий (або скляний) циліндр, заповнений розрідженою сумішшю інертних газів із невеликими добавками, які поліпшують його роботу.

Анодом слугує тонка металева нить, натягнута всередині корпусу, котрий є катодом (у скляних лічильників катод – тонкий шар металу, нанесений на внутрішню поверхню корпусу).

Газорозрядні лічильники застосовуються в приладах, призначених для виявлення й вимірювання ступеня забрудненості різних поверхонь радіоактивними речовинами. Вони також можуть використовуватися для вимірювання потужності дози гамма-випромінювань (рівня радіації).

Залежно від виконання завдання прилади радіаційної та хімічної розвідки та дозиметричного контролю розділяються на такі:

- вимірювачі потужності дози – МКС-У, МКС-УМ, МКС-07 «ПОШУК», ДП-5А, Б, В, та інші при допомозі яких вимірюються рівні гамма-радіації та радіоактивної зараженості різноманітних предметів гамма-випромінювання;

- вимірювачі поглинання дози – МКС-05 «ТЕРРА-П+», МКС-05 «ТЕРРА-П+», «EcotestVIP», УДКГ-01 «Gamma Sapiens», ІД-1, ІД-11 (гамма-, нейтронні випромінювання) – це прилади індивідуального дозиметричного контролю, при допомозі яких виявляють, яку дозу отримала людина (персонально), у якій ситуації або за відповідний період;

- дозиметри – (МКС-05 «ТЕРРА» , РКС-01 «СТОРА-ТУ», ДКС-02ПН «КАДМІЙ», ДКГ-21 «EcotestCARD», ДКГ-21М, ДК-02, ДКП-50, ДП-22В, ДП-24) для одного виду випромінювання;

- газосигналізатори автоматичні (ДОЗОР-С-М, ГСА-12, АСП, ГСП-11, ГС-СОМ), при допомозі яких проводиться автоматичний контроль навколишнього середовища з метою виявлення парів отруйних, радіаційних речовин, аерозолів.

## **6.1 Порядок підготування й роботи з приладом ДП-5В**

Щоб підготувати прилад до роботи, що необхідно:

- ручку «РЕЖИМ» повернути вліво до упора й підключити джерело харчування;

- поставити перемикач під діапазонів у положення «Режим» і, повертаючи ручку праворуч, установити стрілку приладу на мітку шкали.

Якщо стрілка приладу відхиляється недостатньо, варто перевірити справність джерел харчування й надійність їхнього підключення. Потім перевірити працездатність приладу на 2–6 діапазонах за допомогою радіоактивного препарату, встановленого в зонді, для чого необхідно:

- установити зонд у положення «ДО»;

- з'єднати головні телефони;

- установити перемикач під діапазонів у положення 200, при цьому стрілка амперметра знаходиться на «0», а телефонах тиша;

- установити перемикач під діапазонів у положення X1000;

- стрілка амперметра тремтить у «0», а у телефонах чутні 1–3 щиголя в хвилину;

- установити перемикач під діапазонів у положення X100;

- стрілка амперметра відхиляється від «0», а у телефонах чутні 10–15 щиголів у хвилину;
- установити перемикачі під діапазонів у положення X10;
- стрілка амперметра відхиляється. У телефонах чутні 3–5 у секунду;
- установити перемикач під діапазонів у положення X1 і X0.1;
- стрілка амперметра зашкалює. У телефонах чутна неперервна тріскотня.

При вимірі рівня радіації на місцевості екран зонда встановлюється в положення «Г», зонд прибирають у нижній відсік футляра приладу. Пульти розташовується на висоті 70–100 см від поверхні землі. На під діапазоні 1 потужність дози реєструється в місці перебування пульта, показання наймаються на нижній шкалі вимірювального приладу. На під діапазонах 2–6 прилад реєструє потужність дози гамма-випромінення в місці розташування зонда, відлік показань наймається по верхній шкалі й умножається на коефіцієнт, що відповідає перемикачу під діапазону.

При вимірі ступеня заражень предметів екран зонда встановлюється в положення «Г», зонд утримується на відстані 2–3 см від що обстежується поверхні; перемикач під діапазонів послідовно перекладається в положення X1000, X100, X10, X1, X0.1 до одержання відхилення стрілки вимірювального приладу в межах шкали.

## **6.2 Правила користування прибором ДП-22В**

Дозиметри зберігають працездатність в інтервалі температур від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  при відносній вологості повітря до 98 %. Джерелом харчування слугують два елементи забезпечує безупинну роботу комплекту протягом 30 годин.

Час підготування зарядного устрою до роботи 1–2 хвилини. Маса комплекту – 5,6 кг. Маса одного дозиметра – 35–40 р.

Дозиметр ДКП-50А для зручності виконання виконаний у формі авторучки й носить в кишені одягу. До складу дозиметра входять такі елементи:

- циліндричний дюралюмінієвий корпус, що є зовнішнім електродом системи камера-конденсатор;
- малогабаритна іонізаційна камера, виготовлена з повітряно еквівалентного матеріалу;
- конденсатор ємністю 500ПФ, сполучений паралельно з камерою;
- електроскоп, внутрішній електрод якого виготовляється з алюмінієвого дроту й у місці кріплення до платинової нитки має образну форму;
- відліковий мікроскоп із 90-кратним збільшенням. Шкала має 25 розподілів, ціна розподілу – 2Р;
- штир контактний, діафрагма, захисна оправа;
- тримач, призначений для кріплення дозиметра до обмундирування, фасонна гайка.

Принцип роботи дозиметра складається у вимірі за допомогою малогабаритного електроскопа зменшення потенціалу між електродами системи камера-конденсатор, попередньо зарядженої в зарядному устрої. Це зменшення

потенціалу, як показано вище, пропорційно експозиційній дозі гамма-випромінення.

Відхилення рухливого елемента електроскопа – платинованої нитки – вимірюється за допомогою відлікового мікроскопа зі шкалою, градуйованої в Рентгенах.

Зарядний устрій ЗД-5 конструктивно виконаний у вигляді підстави й корпусу. У підставі є відсік для елементів харчування, що закривається кришкою. На підставі укріплене зарядне гніздо, що закривається захисним ковпачком і виведена вісь регулятора зарядної напруги з ручкою. На підставі усередині укріплена плата з елементами схеми, що містить перетворювач низької напруги джерел харчування у високу напругу (блокінг-генератор) і випрямляч високої напруги, що можна змінювати за допомогою ручки в межах 160–200 В. На внутрішній частині зарядного гнізда укріплені мікро-вимикач, умикання джерела харчування схеми й лампа для підсвічування зарядного гнізда.

### 6.3 Прийоми роботи з ВПХР

Для підготування приладу хімічної розвідки до використання необхідно:

- а) перевірити комплектність приладу;
- б) розмістити касети з індикаторними трубками в такому порядку поверх у спід:

- трубки з червоною каблучкою та червоною точкою;
- трубки з трьома зеленими каблучками;
- трубки з жовтим каблучкою;
- трубки з коричневою каблучкою;

в) зняти з протидимових фільтрів поліетиленові чохла.

У похідному положенні прилад носить на лівому бокові й закріплюється тасьмою навколо пояса. При роботі прилад пересувається прямо. Темп роботи з насосом 50–60 повних хитань у хвилину.

Нейтральні й отрутні дими у великих концентраціях маскують фарбування наповнювача ІТ, що виникає від ОР. Для запобігання цього при роботі в хмарі диму використовується насадка з протидимовим фільтром.

Закрити ІТ необхідно в такий спосіб:

- узяти насос у ліву руку, а індикаторну трубку в праву руку;
- зробити надріз кінця індикаторної трубки за допомогою ніжу вхідного в комплект насоса;
- уставити надрізаний кінець ІТ в одне з поглиблень і обломити його, натиснувши вбік на трубку. Таким саме способом розкрити трубку з іншого кінця.

Розбити ампули індикаторних трубок потрібно таким способом:

- вставити розкрити ІТ в отвір ампуловідкривача насоса з таким самим маркуванням, як і на ІТ, при цьому насос тримати голівкою до верха, а штир повинний увійти в ІТ;

– злегка повертаючи ІТ, надавлювати його на штир ампуловідкривач доти, доки цілком не буде розбита ампула; у запобіганні порізів при скресанні ІТ не допускати, щоб не вільний кінець упирався в долоню;

– вийняти ІТ і, узявшись за не маркований кінець, різко струснути, щоб реактив потрапив на наповнювач.

Для того щоб закріпити в насадці протидимовий фільтр, впливає:

– узяти з приладу насадку, поворотом насадки вліво створити зазор у 2–3 мм між лійкою та притискною каблучкою;

– дістати протидимовий фільтр, уставити його в зазначений зазор матеріалом, що фільтрує, і затиснути фільтр.

При понижених температурах чутливість ІТ знижується, у трубок із червоною каблучкою та червоною точкою замерзає розчин в ампулах. Успішне використання трубок у зимових умовах можливе тільки в разі використання грілки.

Грілку готувати до роботи в такий спосіб:

– уставити патрон до відмови в центральне гніздо корпусу грілки;

– ударом руки по головці штиря розбити ампулу, яка знаходиться в патроні, занурити штир до відмови, здійснити поворот штиря;

– швидко витягнути штир з патрону.

Поява парів із патрону вказує на нормальний запуск грілки.

Під час користування грілкою необхідно виконувати заходи безпеки, що до захисту відкритих ділянок тіла, особливо очей та обличчя, від попадання сірчаної кислоти.

## **6.4 Порядок підготування й роботи з приладом МКС-У**

### **Загальні відомості**

До складу дозиметра входить пульт, виносний комбінований блок детектування (гамма-випромінення і бета-частинок) – КБД і виносний детектор гамма-випромінення – ВД. У пульті також знаходиться вбудований детектор дози оператора – ВДД.

Пульт дозиметра виконує такі функції:

– управління режимами роботи дозиметра;

– відображення результатів вимірювань на рідкокристалічному індикаторі;

– звукової сигналізації;

– збереження в енергонезалежній пам'яті результатів вимірювань;

– передачу результатів вимірювань через інфрачервоний порт у персональний комп'ютер (далі – ПК);

– формування та стабілізацію напруг живлення для електронних складових частин дозиметра;

– автоматичне зарядження акумуляторної батареї.

КБД виконує вимірювання ПЕД фотонного іонізуючого випромінення та поверхневої густини потоку частинок бета-випромінення та передає результати вимірювань у пульт по інтерфейсу RS-485.

Виносний детектор гамма-випромінення ВД перетворює фотонне іонізуюче випромінення у струм, величина якого пропорційна інтенсивності випромінення. У пульті відбувається перетворення вихідного струму ВД у частоту імпульсів та вимірювання ПЕД фотонного іонізуючого випромінення шляхом обчислення середньої частоти цих імпульсів.

ВДД перетворює фотонне іонізуюче випромінення у послідовність імпульсів напруги, кількість яких пропорційна ЕД випромінення.

Вимірювання ЕД фотонного іонізуючого випромінення відбувається в пульті шляхом підрахунку загальної кількості імпульсів, що надходять із виходу ВДД.

### **Робота дозиметра**

Після встановлення у відсік живлення пульта батареї акумуляторів дозиметр вмикається в режимі очікування. У цьому режимі струм споживання становить декілька десятків мікроампер.

Робота дозиметра починається з короткочасного натискання кнопки УВМК. СЦО пристрою управління та індикації (далі – ПУІ) входить в активний режим та починає перевіряти наявність підключеного ВД. Ця перевірка виконується протягом 1 с. Якщо ВД не під'єднаний, то СЦО ПУІ подає живлення на КБД та передає в КБД команду на включення в режим вимірювання ПЕД фотонного іонізуючого випромінення. Результати вимірювань ПЕД формуються безпосередньо в КБД і передаються в пульт із частотою 0,5 Гц. СЦО пульта приймає ці результати та відображає їх на рідкокристалічному індикаторі.

При натисканні кнопки « $\gamma/\beta$ » на пульті, СЦО ПУІ передає в КБД команду на включення в режим вимірювання поверхневої густини потоку частинок бета-випромінення. Результати вимірювань поверхневої густини потоку частинок бета-випромінення формуються безпосередньо в КБД та передаються в пульт із частотою 0,5 Гц.

Після під'єднання виносного детектора (далі – ВД), СЦО ПУІ відключає живлення КБД та запускає ФНІ, що входить до складу пристрою енергозабезпечення. Починає працювати ПСЧ, який перетворює вихідний струм ВД в частоту імпульсів. СЦО ПУІ вимірює середню частоту цих імпульсів та переводить її за допомогою калібрувальних коефіцієнтів у ПЕД фотонного іонізуючого випромінення, виражену в Зв/год.

Відразу після увімкнення, незалежно від режиму роботи, дозиметр починає вимірювати ЕД фотонного іонізуючого випромінення та припиняє вимірювання тільки після вимкнення. Вимірювання ЕД відбувається за допомогою вбудованого у пульт детектора дози оператора (далі – ВДД). Під управлінням СЦО ПУІ у ВДД починається формування напруги 400 В, яка подається на анод лічильника Гейгера – Мюллера. У результаті опромінення лічильника на виході ВДД формується потік імпульсів. СЦО ПУІ неперервно реєструє ці імпульси, нормує «мертвий час» ВДД та компенсує втрачену за цей час кількість імпульсів. За допомогою калібрувальних коефіцієнтів СЦО ПУІ переводить загальну кількість імпульсів в ЕД фотонного іонізуючого випромінення, виражену в Зв.

Незалежно від того, в якому стані перебуває – в активному чи в стані мікроспоживання, СЦО ПУІ неперервно аналізує наявність напруги +12 В від

блока живлення (далі – БЖ) або напруги від фотобатареї (далі – ФБ) на вході зарядного пристрою (далі – ЗП). ЗП входить до складу пристрою енергозабезпечення (далі – ПЕЗ).

З появою напруги +12 В СЦО ПУІ переходить в активний режим та починає заряджання батареї акумуляторів (далі – БА). Управління заряджанням СЦО ПУІ виконує за допомогою двох джерел струму, які входять до складу ЗП. Під час заряджання відбувається постійний контроль напруги БА. Напруга БА контролюється за допомогою дванадцятирозрядного АЦП, який входить до складу СЦО ПУІ. Індикація процесу заряджання відбувається за допомогою двох світлодіодів ЗАРЯД та КІНЕЦЬ ЗАРЯДУ.

Заряджання БА від ФБ виконується за допомогою обмежувача напруги фотобатареї, який входить у ЗП. СЦО ПУІ не керує цим процесом, а лише показує наявність або відсутність заряджання за допомогою світло діодів ЗАРЯД та КІНЕЦЬ ЗАРЯДУ.

## **6.5 Порядок підготування й роботи з приладом «ТЕРРА»**

### **Побудова дозиметра**

*Загальні відомості.* Дозиметр виконано у вигляді моноблока, в якому розміщені детектор гамма- та бета випромінень, друкована плата зі схемою формування анодної напруги, цифрової обробки, управління та індикації, а також елементи живлення.

Детектор гамма- та бета-випромінень перетворює випромінення в послідовність імпульсів напруги, кількість яких пропорційна інтенсивності реєстрованого випромінення.

Схема формування анодної напруги, цифрової обробки, управління та індикації здійснює:

- масштабування й лінеаризацію лічильної характеристики детектора;
- вимірювання ПЕД фотонного іонізуючого випромінення та поверхневої густини потоку частинок бета-випромінення шляхом вимірювання середньої частоти імпульсів, що надходять із виходу детектора;
- вимірювання ЕД фотонного випромінення шляхом вимірювання загальної кількості імпульсів, що надходять із виходу детектора;
- вимірювання часу накопичення ЕД та реального часу;
- формування та стабілізацію анодної напруги детектора;
- управління режимами роботи дозиметра;
- відображення результатів вимірень.

Для живлення дозиметра застосовується батарея з двох елементів типорозміру ААА.

*Опис конструкції дозиметра.* Дозиметр виконаний у плоскому прямокутному пластмасовому корпусі з заокругленими кутами.

Корпус приладу складається з верхньої та нижньої накривок.

У середній частині верхньої накривки дозиметра розташовано панель індикації, зліва та праворуч над нею – дві клавіші управління роботою дозиметра, а у верхній частині накривки – гучномовець.

У нижній накривці приладу розміщено відсік для елементів живлення, а також вікно для вимірювання поверхневої густини потоку частинок бета випромінювання. Відсік живлення й вікно закриваються відповідно накривками і, фіксація яких здійснюється за рахунок пружних властивостей матеріалу.

У середині корпусу міститься друкована плата, на якій розташовані всі елементи електричної схеми, за винятком гучномовця. Гучномовець прикріплюється до верхньої накривки й електрично під'єднується до друкованої плати за допомогою пружинних контактів. Друкована плата прикріплюється до верхньої накривки корпусу гвинтами.

Нижня накривка скріплюється з верхньою накривкою шляхом зачеплення спеціальних конструктивних елементів, а також за допомогою двох гвинтів. Цими самими гвинтами прикріплюються контакти для підключення елементів живлення.

Органи управління та індикації дозиметра мають відповідні написи. На нижній накривці приладу нанесена інформаційна таблиця. Для правильного підключення елементів живлення на дні відсіку живлення нанесені знаки полярності.

### **Принцип роботи дозиметра**

Роботу дозиметра розглянемо за структурною схемою.

За структурною схемою дозиметр складається з детектора іонізуючих випромінень (далі – ДІВ), батареї елементів живлення (далі – БЕЖ), кнопок управління РЕЖИМ та ПОРІГ, схеми цифрової обробки та управління (далі – СЦО), формувача анодної напруги для детектора іонізуючих випромінень (далі – ФАН), схеми управління детектором (далі – СУД), енергонезалежної пам'яті (далі – ЕНП), гучномовця (далі – ГМ) та цифрового рідкокристалічного індикатора (далі – ЦРІ).

Батарея елементів живлення (далі – БЕЖ) складається з двох гальванічних елементів типорозміру ААА із загальною номінальною напругою 3,0 В і слугує для енергоживлення схеми дозиметра.

Кнопки РЕЖИМ та ПОРІГ слугують для увімкнення дозиметра, завдання відповідного режиму роботи та програмування порогових рівнів спрацьовування звукової сигналізації.

Схема цифрової обробки та управління (далі – СЦО) реалізована на базі мікропроцесора та слугує для управління режимами роботи дозиметра, управління формувачем анодної напруги, цифрової обробки імпульсних послідовностей із детектора іонізуючих випромінень, формування сигналів, що управляють цифровим рідкокристалічним індикатором, а також висвічування ознак режимів вимірювання.

Формувач анодної напруги (далі – ФАН) збудований за схемою очікуючого мультівібратора з трансформаторним помноженням напруги та слугує для формування анодної напруги +400 В, необхідної для роботи детектора іонізуючих випромінень.

Схема управління детектором іонізуючих випромінень (далі – СУД)



виконана на основі ряду комутувальних і нормувальних елементів і слугує для нормування «мертвого часу» детектора.

Енергонезалежна пам'ять (далі – ЕНП) реалізована на основі EEPROM і слугує для запису калібрувальних коефіцієнтів, що записуються під час калібрування дозиметра.

Як гучномовець (далі – ГМ) використано п'єзоакустичний перетворювач, який слугує для озвучування кожного гамма-кванта чи бета-частинки, а також для звукової сигналізації у разі перевищення запрограмованих порогових рівнів ПЕД, ЕД чи густини потоку частинок бета-випромінення.

Детектором іонізуючих випромінень (далі – ДІВ) слугує газорозрядний лічильник Гейгера – Мюллера типу СБМ-20-1. Він призначений для детектування гамма- та бета-випромінень, параметри яких вимірюються дозиметром.

Цифровий рідкокристалічний індикатор є чотирирозрядним цифровим рідкокристалічним індикатором статичного типу й слугує для візуалізації результатів вимірень у різних режимах роботи дозиметра.

*Дозиметр працює в такий спосіб.*

У виключеному стані схема дозиметра знаходиться в мікроспоживаючому режимі роботи (одиниці мкА), у якому підтримується лише процес відліку реального часу процесором.

Під час короткочасного натискання кнопки РЕЖИМ процесор переходить в активний стан і видає сигнали управління для ФАН, який починає формувати напругу +400 В для роботи лічильника СБМ-20-1. Одночасно процесор вмикається в пріоритетний режим вимірювання ПЕД фотонного іонізуючого випромінення, про що він сигналізує миготливим світлодіодом навпроти відповідних мнемонічних позначень під ЦРІ. Оцінюючи інтенсивність імпульсного потоку з лічильника Гейгера – Мюллера, процесор автоматично задає інтервал та піддіапазон вимірювання.

За допомогою СУД процесор із високою точністю нормує тривалість «мертвого часу» при кожному спрацьовуванні лічильника, що дає змогу враховувати його у застосованому алгоритмі обробки імпульсного потоку для лінеаризації лічильної характеристики та розширення динамічного діапазону лічильника СБМ-20-1.

Послідовним короткочасним натисканням кнопки РЕЖИМ забезпечується вибір відповідних режимів роботи дозиметра. До того ж кожен раз процесор ініціює висвічування ознак відповідності інформації у вигляді мигаючих світлодіодів навпроти відповідних мнемонічних позначень під ЦРІ чи характерних ознак на самому ЦРІ. За допомогою натискання кнопки ПОРІГ у відповідному режимі вимірювання процесор переводиться в режим програмування значень порогових рівнів спрацьовування звукової сигналізації. При кожному натисканні кнопок ПОРІГ та РЕЖИМ вмикається підсвічування цифрової шкали дозиметра на час до 5 с.

Вимкнення дозиметра здійснюється за допомогою натискання та утримування в натиснутому стані кнопки РЕЖИМ протягом 4 с.

## 6.6 Порядок підготування й роботи з приладом ДКГ-21

### Побудова приладу ДКГ-21

Дозиметр виконано у вигляді моноблока, в якому розміщений детектор гамма- та рентгенівського випромінень, друкована плата зі схемою формування анодної напруги, цифрової обробки, управління та індикації, інфрачервоного порту обміну даними, а також літійіонний акумулятор.

Детектор гамма- та рентгенівського випромінень перетворює випромінення в послідовність імпульсів напруги, кількість яких пропорційна інтенсивності реєстрованого випромінення.

Схема формування анодної напруги, цифрової обробки, управління та індикації здійснює:

- масштабування й лінеаризацію лічильної характеристики детектора;
- вимірювання ПЕД шляхом вимірювання середньої частоти імпульсів, що надходять із виходу детектора;
- вимірювання ЕД шляхом вимірювання загальної кількості імпульсів, що надходять із виходу детектора;
- вимірювання реального часу;
- формування та стабілізацію анодної напруги детектора;
- формування напруги живлення та контролювання зарядження акумулятора;
- управління режимами роботи дозиметра;
- відображення результатів вимірювань.

Для живлення дозиметра застосовується дисковий літій-іонний акумулятор LIR2450 (EEMB Battery).

*Опис конструкції дозиметра.* Дозиметр виконаний у плоскому прямокутному пластмасовому корпусі, який складається з верхньої та нижньої накривок, накривки відсіку живлення, плівкової передньої панелі та металевого кільця, призначеного для закріплення ремінця.

У лівій верхній частині передньої панелі розташоване прозоре вікно, за яким розміщений екран ЦРІ. Поруч із цим вікном розміщені два менші вікна для оптичної системи інфрачервоного порту та світлодіодного індикатора. У правій верхній частині передньої панелі розташоване прозоре вікно світлодіодного індикатора процесу зарядження й завершення зарядження акумулятора. У правій нижній частині передньої панелі розташовані дві мембранні кнопки управління з відповідними написами. У правій боковій частині корпусу розташований роз'єм для підключення зарядного пристрою.

У середині корпусу знаходиться друкована плата, на якій розташовані всі елементи електричної схеми, за винятком гучномовця і акумулятора.

Гучномовець розміщений у циліндричній акустичній камері, яка виконана як конструктивний елемент верхньої накривки. Механічне кріплення гучномовця та його електричне під'єднання до схеми здійснюються за допомогою трьох контактних пружин, розташованих на друкованій платі.

Кріплення складників корпусу та друкованої плати здійснюється за допомогою п'яти гвинтів. Акумулятор встановлюється у відсіку живлення й

під'єднується до схеми за допомогою двох пружинних контактів. На дні відсіку живлення виконані написи, що визначають полярність встановлення акумулятора.

### **Робота дозиметра**

Роботу дозиметра розглянемо за структурною схемою. За структурною схемою дозиметр складається з акумулятора (далі – АБ), схеми контролювання та індикації зарядження (далі – СКЗ), схеми стабілізації напруги живлення (далі – ССН), кнопок управління РЕЖИМ та ПОРІГ, схеми цифрової обробки та управління (далі – СЦО), формувача анодної напруги для детектора іонізуючих випромінень (далі – ФАН), схеми управління детектором (далі – СУД), енергонезалежної пам'яті (далі – ЕНП), схеми інфрачервоного порту (далі – СІЧП), гучномовця (далі – ГМ) та ЦРІ.

Кнопки РЕЖИМ та ПОРІГ служать для увімкнення дозиметра, завдання відповідного режиму роботи та програмування порогових рівнів спрацьовування звукової сигналізації.

СКЗ реалізована на спеціалізованій мікросхемі й забезпечує зарядження АБ, а також індикацію процесу зарядження та завершення зарядження АБ. Додаткові радіоелементи забезпечують захист СКЗ від перенапруги та імпульсних завад.

ССН реалізована за схемою імпульсного перетворювача напруги з додатковим лінійним стабілізатором напруги (далі – ЛСН) і забезпечує формування стабільних напруг для живлення всіх вузлів дозиметра.

СЦО реалізована на базі спецпроцесора та слугує для управління режимами роботи дозиметра, управління формувачем анодної напруги, цифрової обробки імпульсних послідовностей із детектора іонізуючих випромінень, формування сигналів, що управляють ЦРІ, а також висвічування ознак режимів вимірювання.

ФАН збудований за схемою очікувального мультівібратора з трансформаторним помноженням напруги та наступним несиметричним діодно-ємнісним помножувачем напруги та слугує для формування анодної напруги – 500 В, необхідної для роботи детектора іонізуючих випромінень.

СУД виконана на основі ряду комутувальних і нормувальних елементів і слугує для нормування «мертвого часу» детектора.

ЕНП реалізована на основі EEPROM і слугує для запису історії доз та часу.

Як ГМ використано п'єзоакустичний перетворювач, який слугує для звукової сигналізації при перевищенні запрограмованих порогових рівнів ПЕД чи ЕД, а також при спрацьовуванні будильника.

Детектором іонізуючих випромінень (далі – ДІВ) служить енергоскомпенсований газорозрядний лічильник Гейгера – Мюллера типу M05βγ.

Він призначений для детектування гамма- та рентгенівського випромінень, параметри яких вимірюються дозиметром.

ЦРІ є чотирирозрядним індикатором мультиплексного типу й слугує для візуалізації результатів вимірювань у різних режимах роботи дозиметра.

*Дозиметр працює в такий спосіб.*

У виключеному стані схема дозиметра знаходиться в мікроспоживаючому режимі роботи (одиниці мкА), схема живиться від ЛСН.

У цьому стані підтримується лише процес відліку реального часу процесором.

При короткочасному натисканні кнопки РЕЖИМ процесор переходить в активний стан, вмикає ССН і видає сигнали управління для ФАН, який починає формувати напругу – 500 В для роботи лічильника М0βγ. Одночасно процесор вмикається в пріоритетний режим вимірювання ПЕД, про що свідчить символ розмірності «μSv/h» на ЦРІ.

Оцінюючи інтенсивність імпульсного потоку з лічильника Гейгера – Мюллера, процесор автоматично задає інтервал та під діапазон вимірювання. За допомогою СУД процесор з високою точністю нормує тривалість «мертвого часу» при кожному спрацьовуванні лічильника, що дозволяє враховувати його у застосованому алгоритмі обробки імпульсного потоку для лінеаризації лічильної характеристики та розширення динамічного діапазону лічильника М05βγ. Послідовним короткочасним натисканням кнопки РЕЖИМ забезпечується вибір відповідних режимів роботи дозиметра. При цьому кожний раз процесор ініціює висвічування ознак відповідності інформації у вигляді відповідних символів на ЦРІ. За допомогою натискання кнопки ПОРІГ у відповідному режимі вимірювання процесор переводиться у режим програмування значень порогових рівнів спрацьовування звукової та світлової сигналізацій або корекції годинника чи встановлення часу будильника.

Вимкнення дозиметра при його автономному використанні здійснюється за допомогою натискання та утримування в натиснутому стані кнопки РЕЖИМ більше ніж 4 с.

## **6.7 Порядок підготування й роботи з приладом «ДОЗОР»**

Принцип дії сигналізатора полягає в обробці електричних сигналів, що надходять від чутливих елементів. Для виміру мікроконцентрацій метану й природного газу застосовуються напівпровідникові чутливі елементи.

Принцип дії заснований на зменшенні резистивного опору при збільшенні концентрації газу.

Для виміру концентрації горючих газів і пар у діапазоні від 0,05 % до 2,5 % застосовуються вибухозахищені термокatalітичні ЧЕ.

Чутливий елемент (містить у собі вимірювальний і компенсаційний елементи, поміщені у вибухонепроникнену оболонку, що й становлять собою спіралі із платинового мікродроту, закріпленого на власниках. Вимірювальний елемент додатково покритий кatalітичним складом.

Кількісний зміст горючої речовини в повітрі визначається шляхом безполум'яного спалювання цієї речовини на поверхні кatalітично активного робочого елемента при температурі 400 °С. Тепло, що виділилося при згорянні речовини, підвищує температуру вимірювального елемента. Пропорційно температурі змінюється опір вимірювального елемента, включеного в плече

вимірювального мосту. В інше плече мосту включений компенсаційний елемент, однаковий за конструкцією з вимірювальним, але, що не володіє каталітичними властивостями.

Наявність горючої речовини в повітрі викликає різне нагрівання робітника й порівняльного елементів, що призводить до неоднакової зміни опорів цих елементів і порушення балансу брукувочки схеми.

Для виміру концентрації горючих газів і пар у діапазоні від 0 % до 100 % застосовуються теплопровідні чутливі елементи.

Теплопровідний ЧЕ містить у собі нагрітий ЧЕ й еталонний елемент. Нагрітий чутливий елемент взаємодіє зі зразком вимірюваного газу, а еталонний елемент укладений у герметичний відсік. Якщо теплопровідність газу зразка вище, чим в еталона, то температура чутливого елемента знижується. Якщо теплопровідність газу зразка менше, ніж в еталона, то температура елемента зразка підвищується. Ці зміни температури пропорційні концентрації газу, що присутній на елементі зразка.

Для виміру концентрації кисню, оксиду вуглецю, сірководню застосовуються вибухозахищені електрохімічні чутливі елементи.

Чутливий елемент  $\text{CO}$  ( $\text{H}_2\text{S}$ ) є електрохімічної гніздом, яке перетворить оксид, що втримується в повітрі, вуглецю (сірководень) у безперервний електричний сигнал. Сила струму, що генерує чутливим елементом, прямо пропорційна концентрації оксиду вуглецю ( $\text{CO}$ ) (сірководню ( $\text{H}_2\text{S}$ ) у повітрі.

Чутливий елемент  $\text{O}_2$  є електрохімічним гніздом, яка перетворить, що втримується в повітрі кисень у безперервний електричний сигнал. Сила струму, що генерує чутливим елементом, прямо пропорційна об'ємної частки кисню ( $\text{O}_2$ ) в повітрі.

Для виміру концентрації діоксиду вуглецю застосовуються вибухозахищені ЧЕ з оптичним методом виміру.

Принцип дії  $\text{CO}_2$  заснований на виборчому поглинанні інфрачервоного випромінювання молекулами діоксиду вуглецю в області довжин хвиль 4,2–4,3 мкм (3,3–3,9 мкм).

Інфрачервоне випромінювання світлодіоду проходить через вимірювальну газову кювету вимірювального перетворювача, розділяється на два потоки оптичною системою й попадає на два фотоприймача. Досліджуване повітря, що перебуває в кюветі, поглинає випромінювання робочої довжини хвилі й не впливає на випромінювання опорної довжини хвилі. Амплітуда робочого сигналу фотоприймача змінюється при зміні концентрації діоксида вуглецю (метану) у досліджуваному газі.

Мікропроцесор робить обчислення амплітуд робітника й опорного імпульсів, їх математичну обробку й обчислення концентрації вимірюваного газу.

Опис функціональної схеми.

Сигналізатор виконання ДОЗОР-3-М має від одного до п'яти вбудованих ЧЕ.

У корпусі встановлені:

- плата обробки інформації (П1);
- плата іскрозахисту (П2);
- від однієї до п'яти плат датчиків (ПЗ-1...ПЗ-5).

На платі П1 розташовані:

- МК – мікроконтролер;
- СС – світлова сигналізація;
- ЗС – звукова сигналізація.

На платі ПЗ розташовані акумулятор і вузол іскрозахисту живильних ланцюгів сигналізатора ВІЗ. Електричний сигнал, пропорційний концентрації газу, від датчиків надходить на аналогово-цифровий перетворювач МК. Залежно від величини вхідного сигналу мікроконтролер МК управляє індикатором ЖКІ, звуковим перетворювачем ЗС, світловою сигналізацією СС і мікрокомпресором.

Керування режимами роботи контролера МК проводиться при допомозі клавіатури.

При включенні сигналізатора в мережу 220 В мікроконтролер стежить за обмеженням струму заряду акумуляторної батареї, що забезпечує її захист від перезаряду.

Схема електрична принципова в комплект поставки не входить і поставляється на додатковому вимогу замовника.

Обмін інформацією із зовнішніми обладнаннями здійснюється через Usb-Порт. Інструкція з використання Usb-Порту перебуває на компакт-диску у файлі «Посібник користувача».

## ЛЕКЦІЯ 7

### ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВАРІЙНО ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН

Фізико-хімічні властивості АХНР здебільшого визначають їхню можливість переходити в головний фактор ураження та створювати концентрації, що можуть уражати людей. Найбільше значення мають агрегатний стан речовини, розчинність її у воді й різних розчинниках, щільність речовини та її газової фази, гідроліз, летучість, максимальна концентрація, питома теплота випарювання, питома теплоємність рідини, тиск насиченого пару, коефіцієнт дифузії, температура кипіння й замерзання, в'язкість, теплове розширення та стискання, корозійна активність, температура загорання та інші.

*Агрегатний стан.* За звичайних умов АХНР можуть бути у вигляді твердих, рідких або газоподібних речовин. Однак при виробництві, використанні, зберіганні або перевезенні їхній агрегатний стан може змінюватися від такого в звичайних умовах, що може чинити вплив як на кількість АХНР, яка викидається в повітря, так і на фазовий дисперсний склад зараженої хмари (табл. 7.1).

*Розчинність* – можливість однієї речовини рівномірно розповсюджуватися в середовищі другої або інших речовин, створюючи розчин. Розчинність АХНР у воді та органічних розчинниках має суттєве значення. Добра розчинність може призвести до сильного зараження водосховищ, унаслідок чого вони на тривалий час можуть становити серйозну небезпеку для людини.

Водночас добра розчинність у воді й органічних розчинниках може дозволити використання при необхідності розчини різних речовин для дегазації (нейтралізації АХНР).

Таблиця 7.1 – Характеристика стану АХНР у повітрі

Вид стану	Діаметр часток, мкм	Особливості розповсюдження в повітрі
Пар або газ	Менше 0,001	Домішки, що не осідають
Аерозоль, що не осідає	Від 0,001 до 30	Те саме
Аерозоль грубо дисперсний	Від 30 до 500	Домішки, що осідають
Аерозвесі	Більше 500	Те саме

*Щільність* – масовий стан даної речовини в одиниці об'єму. Вона чинить вплив на розповсюдження АХНР. Якщо щільність газової фази АХНР більше повітря, то на початковому етапі виникнення зараженої хмари вони будуть скупчуватися в низинних місцях рельєфу місцевості, створюючи високі концентрації.

*Гідроліз* – розклад речовини водою. Він визначає умови зберігання, стану в повітрі й на місцевості, стійкість АХНР у разі їх аварійних викидів (виливів).

При чому чим менше АХНР піддається гідролізному розкладу, тим більше тривалість дії його факторів ураження.

*Летучість* – можливість конкретної хімічної речовини переходити в пароподібний стан. Кількісною характеристикою летучості є максимальна концентрація пари АХНР при заданій температурі (кількість речовини, що є в одиниці об'єму його насиченої пари при заданій температурі в замкнутій системі, коли рідка й газоподібна фази АХНР перебувають у рівновазі).

*Тиск насиченої пари* визначає летучість і відповідно тривалість дії фактора ураження АХНР.

*Коефіцієнт дифузії* є характеристикою процесу дифузії та дорівнює кількості газу, що переходить через переріз  $1 \text{ м}^2$  за секунду, коли різниця концентрацій на відстані 1 м дорівнює одиниці. Швидкість випаровування АХНР прямо пропорційна коефіцієнту його дифузії в повітряне середовище.

*Теплоємність* визначає характер викиду й випаровування АХНР із поверхні у випадку аварійної ситуації. Вона становить відношення кількості теплоти, що передаються системі в якому-небудь процесі, до відповідної зміни температури. Питомою теплоємністю називають відношення кількості теплоти до одиниці маси речовини (1 г, 1 кг).

*Теплота випарювання* – кількість теплоти, яку поглинає речовина при ізотермічному випаровуванні рідини, рівновеликій своїй парі. У разі відношення до одиниці маси речовини (1 г, 1 кг) вона називається питомою теплотою випаровування. Так само, як і теплоємність, ця величина є однією із головних фізико-хімічних характеристик, які визначають характер викидів і подальших випаровувань АХНР.

*Температура кипіння* дає змогу побічно судити про летучість АХНР і характеризувати тривалість дії фактору ураження. Чим вище температура кипіння АХНР, тим повільніше вона випаровується.

*Температура замерзання* – температура, при якій рідина лишається рухомості й загустіває настільки, що при нахилі пробірки з продуктом під кутом  $45^\circ$  його рівень залишається незмінним протягом 1 хвилини. Температура замерзання має важливе значення при транспортуванні й визначає характер поведінки АХНР при низьких температурах.

*В'язкість* – властивість рідинних, а також пароподібних середовищ чинити опір їх течії (переміщенню одного шару відносно іншого) під дією зовнішніх сил. В'язкість чинить вплив на характер поведінки АХНР в аварійній ситуації (характер дроблення, прибирання тощо).

*Корозійна активність* – властивість руйнувати оболонки, в яких зберігається (транспортується) АХНР. Вона є причиною більшості аварій (руйнувань) на промислових і транспортних об'єктах, зокрема в процесі зберігання. Більшість АХНР має підвищену корозійну активність.

*Температура спалаху* – найменша температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань над його поверхнею виникають пари або гази, які здібні загорятися в повітрі від стороннього джерела вогню. Стійкого горіння речовини при цьому не виникає.



*Температура загоряння* – найменша температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань речовина виділяє горючі пари й гази з такою швидкістю, що після їх запалювання стороннім джерелом вогню виникає самостійне горіння цієї речовини. Ця характеристика властива тільки горючим речовинам.

*Температура самозагоряння* – найменша температура речовини (або її оптимальної суміші з повітрям), при нагріві до якої виникає різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій, що призводять до виникнення горіння з полум'ям.

Для кількісної характеристики токсичних властивостей конкретних АХНР при їх дії через органи дихання людини застосовуються межа переносності й такі токсодози:

- гранично допустимі;
- порогові;
- які вишли з ладу;
- смертельні.

## ЛЕКЦІЯ 8

### ТОКСИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АВАРІЙНО ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН

Питання для розгляду на лекції:

8.1 Ступень дії АХНР на організм людини.

8.2 Дія токсичності АХНР на організм людини.

#### 8.1 Ступень дії АХНР на організм людини

*Межа переносності* – це мінімальна концентрація, яку людина може витримувати визначений час без стійкого ураження.

*Гранично допустима токсодоза* (далі – ГДК) – така доза (концентрація) при якій симптоми отруєння ще не наступають. Вона регламентує допустиму ступінь зараження АХНР повітря робочої зони й використовується в інтересах дотримання умов безпеки на виробництві. Ця концентрація визначена як максимально допустима, яка при постійній дії на людину протягом робочого дня (8 годин) не може викликати через тривалий проміжок часу патологічних змін або захворювань, що визначаються за допомогою сучасних методів діагностики. Вона не може використовуватися для оцінки небезпеки аварійних ситуацій у зв'язку зі значно низьким інтервалом дії АХНР.

Таблиця 8.1 – Класифікація АХНР за ступенем дії на організм людини

Показники	Норма для класу небезпеки			
	1-го	2-го	3-го	4-го
ГДК АХНР у повітрі робочої зони, мг/м <sup>3</sup>	Менше 0,1	0,1–1	1,1–10	Більше 10
Середня смертельна доза в разі попадання в шлунок, мг/кг	Менше 15	15–150	151–500	Більше 500
Середня смертельна доза в разі попадання на шкіру, мг/кг	Менше 100	100–500	501–2 500	Більше 2 500
Середня смертельна концентрація в повітрі, мг/м <sup>3</sup>	Менше 500	500–5 000	5 001–50 000	Більше 50 000

*Середня порогова токсодоза (PC<sub>50</sub>)* – доза, яка викликає початкові симптоми ураження АХНР у 50 % уражених. Це мінімальна ефективна концентрація (найменша кількість речовини, яка може викликати відчутний фізіологічний ефект).

*Середня смертельна токсодоза (LC<sub>50</sub>)* – доза, яка призводить до загибелі 50 % людей або тварин при 2–4 годинній інгаляційній дії АХНР.

При загальній дії токсичний ефект з'являється після попадання АХНР у кров через шкіряні покрови (шкіряна резорбтивна токсичність), органи дихання (інгаляційна токсичність) або шлунково-кишковий тракт (пероральна токсичність). Відповідно, при оцінці токсичності необхідно враховувати як характер і ступінь токсичності, так і спосіб попадання аварійно хімічно небезпечної речовини (АХНР) в організм людини.

При місцевій дії токсичний ефект з'являється в місці контакту АХНР із тканинами організму (ураження шкіряних покривів, роздратування органів дихання, розлад зору).

Для кількісної характеристики токсичності різних хімічних сполук користуються визначеними категоріями токсичних доз, що враховують шлях проникнення речовин в організм людини.

Інгаляційні токсичні дози вимірюються в грамах (міліграмах) за хвилину (секунду) на кубічний метр ( $\text{г}\cdot\text{хв}/\text{м}^3$ ,  $\text{г}\cdot\text{с}/\text{м}^3$ ,  $\text{мг}\cdot\text{хв}/\text{л}$ ).

Шкіряно-резорбтивні токсичні дози вимірюються кількістю речовини, яка припадає на одиницю поверхні або одиницю маси тіла ( $\text{мг}/\text{см}^2$ ,  $\text{мг}/\text{м}^2$ ,  $\text{г}/\text{см}^2$ ,  $\text{кг}/\text{см}^2$ ,  $\text{кг}/\text{м}^2$  або  $\text{мг}/\text{кг}$ ).

Значення інгаляційних і шкіряно-резорбтивних токсичних доз АХНР дають змогу, з одного боку, порівнювати їх між собою, а з іншого – оцінювати ступінь важкості ураження потерпілих в аварійній ситуації.

Значення середніх порогів токсичних доз (токсодоза  $\text{PC}_{50}$ ) найпоширеніших АХНР наведено у таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Значення середніх порогів токсичних доз найпоширеніших АХНР

АХНР	$\text{PC}_{50}$ , $\text{г}\cdot\text{м}^3$
Аміак	454
Гідразин	14
Окисел вуглецю	1 620
Окисел етилену	3 600
Двоокисел сірки	194
Сірковуглець	2 592
Фосген	13
Ціанистий водень	36
Хлор	36

Примітка: У таблиці наведені значення порогу токсичних доз для дорослих, для дітей у 4–10 менше.

Значення вказаних токсодоз є постійними лише для порівняно малих за часом експозицій, які не перебільшують 40–60 хвилин. При тривалих діях або при малих концентраціях значення  $\text{PC}_{50}$  збільшується, особливо для тих АХНР, які виводяться частково з організму. Для них значення токсодози може бути

значно більше. Щоб врахувати процес інтоксикації АХНР, що проходить шляхом обеззаражування їх в організмі або виведення із нього, рекомендується вводити поправний коефіцієнт, що є функцією часу та властивостей конкретної речовини. У цьому випадку:

$$PC_{50}(\tau) = PC_{50} \cdot K(\tau), \quad (8.1)$$

де  $PC_{50}(\tau)$  – порогові токсичні дози при експозиції  $\tau$ , г·с/м<sup>3</sup>;  
 $PC_{50}$  – порогові токсичні дози при короткій експозиції, г·с/м<sup>3</sup>;  
 $K(\tau)$  – поправний коефіцієнт.

У випадку коли АХНР практично не виводиться або слабо виводиться із організму людини, поправний коефіцієнт приймають рівним одиниці. При цьому виходять із припущення, що АХНР володіє кумулятивною дією.

В аварійних ситуаціях у повітрі може виявитися декілька АХНР. У цьому разі оцінка сумарного ефекту становить досить важке завдання, оскільки ефект від комбінованої дії декілька хімічних речовин може бути рівним суми ефектів роздільної дії, більше або менше цієї суми. Рекомендується при одночасному знаходженні в повітрі декілька токсичних речовин спрямованої дії допустимим рахувати концентрації, що відповідають умові:

$$C_1 : ГДК_1 + C_2 : ГДК_2 + C_n : ГДК_n \leq 1, \quad (8.2)$$

коли сума відношень фактичних концентрацій АХНР у повітрі до їх ГДК, які встановлені для кожної речовини, не повинна перебільшувати одиницю.

Якщо одночасно виділяється декілька токсичних речовин, що не мають спрямованого характеру дії, тоді ефект дії АХНР потрібно оцінювати за найбільш токсичною речовиною.

## 8.2 Дія токсичності АХНР

Хімічні речовини, які можуть спричинити масові ураження населення, при аваріях із викидом (виливом) у повітря, можна розподілити на групи:

1) речовини з переважною дією удушення: з вираженою дією припікання (хлор, трьоххлористий фосфор, оксихлорид фосфору); зі слабкою дією припікання (фосген, хлорпікрин, хлорид сірки);

2) речовини переважно загальної отруйної дії (окисел вуглецю, синильна кислота, динітрофенол, динітроортокрезол, етиленхлоргідрин, етиленфторгідрин);

3) речовини, які мають дією удушення та загальну отруйну дію: з вираженою дією припікання (акрилонітрил); зі слабкою дією припікання (сірчаній ангідрид, сірководень, окисли азоту);

4) речовини, що мають дію удушення й нейротропну дію (аміак);

5) нейротропні отрути, речовини, що діють на генерацію, проведення й передачу нервового імпульсу (сірковуглець, фосфорорганічні сполуки);

б) метаболічні отрути (етиленоксид, метилбромид, метилхлорид, диметилсульфат);

7) речовини, що порушують обмін речовин (діоксан).

*До речовин із переважною дією удушення належать токсичні сполуки, для яких головним об'єктом дії на організм є дихальні шляхи. Ураження організму при дії речовин удушення умовно розподіляють на чотири періоди: період контакту з речовиною, період скритої дії, період токсичного набряку легенів і період ускладнень. Тривалість кожного періоду визначається токсичними властивостями кожної речовини й величиною експозиційної дози.*

При дії пару ряду речовин у високих концентраціях можливий швидкий літальний кінець від шокового стану, що викликається хімічним опаленням.

*До речовин переважно загальної отруйної дії належать сполуки, що можуть спричинити гостре порушення енергетичного обміну, яке і є у важких випадках причиною гибелі ураженого. Ці речовини можна розподілити на отрути крові та тканинні отрути відкритих часток шкіри, слизистих верхніх дихальних шляхів і легенів.*

Отрути крові поділяються на гемолітичні отрути та отрути гемоглобіну.

Тканинні отрути поділяються на інгібітори ферментів дихального ланцюга (ціаніди, сірковуглець, акрилонітрил), роз'єднувачі окислення й фосфорилування (динітрофенол, динітроортокрезол,) і речовини, що виснажують запаси субстратів для процесів біологічного окислення (етиленхлоргідрин, етиленфторгідрин).

*До речовин із дією удушення й загально отруйною дією належить значна кількість АХНР, що здатні при інгаляційній дії спричинили токсичний набряк легенів, а при резорбції порушувати енергетичний обмін. Більшість сполук цієї групи володіє сильною дією припікання, що значно утруднює надання допомоги потерпілим.*

*До речовин, що діють на генерацію, проведення й передачу нервового імпульсу (нейротропні отрути), належать речовини, які порушують механізми периферичної нервової регуляції, а також модулюючи стан самої нервової системи. В основі їх дії лежить можливість вмішуватися в процес синтезу, зберігання, викиду, інактивації в синаптичній щілині нейромедіаторів; взаємодіяти з рецепторами нейромедіаторів; змінювати проникності іонних каналів збуджувальних мембран.*

*До речовин, що мають дію удушення та нейротропну дію, належать токсичні сполуки, які викликають при інгаляційному ураженні токсичний набряк легенів, на фоні якого формується важке ураження нервової системи.*

В основі дії на мозок лежить порушення генерації, проведення й передачі нервового імпульсу, який посилюється станом важкої гіпоксії, що викликано порушенням зовнішнього дихання.

До метаболічних отрут належать токсичні сполуки, що вмішуються в інтимні процеси метаболізму речовин в організмі. Отруєння цими речовинами характеризується відсутністю реакції на отруту. Ураження організму розвивається, зазвичай, поступово та в важких випадках закінчується смертю потягом декількох діб.

У патологічний процес ураження цими речовинами залучаються багато органів, але головними є порушення з боку центральної нервової системи, паренхіматозних органів й іноді системи крові.

Класифікація основних АХНР за ступенем небезпеки подана у таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Класифікація основних АХНР за ступенем небезпеки

№ з/п	АХНР	Клас небезпеки	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	№ з/п	АХНР	Клас небезпеки	ГДК, мг/м <sup>3</sup>
1	Аміак	3	20	20	Олеум	2	1
2	Азотна кислота	2	5	21	Пропілен оксид	2	1
3	Анілін	2	0,1	22	Перекис водню	3	1,4
4	Ангідрид сірчаний	3	10	23	Перлхлоретилен	3	10
5	Ангідрид оцтовий	3	5	24	Соляна кислота	2	5
6	Ацетоноціангідрид	2	0,9	25	Сірководень	2	10
7	Бензол	2	5	26	Сірковуглець	2	1
8	Бензол хлористий	1	0,5	27	Трихлорсилон	2	1
9	Бром	2	0,5	28	Трихлоретилен	3	10
10	Бромбензол	2	3	29	Толуол	3	50
11	Бромистий гептил	3	0,5	30	Оцтова кислота	3	5
12	Гідрозингідрат	1	0,1	31	Фосген	2	0,5
13	Диметиламін	2	1	32	Фтористий водень	2	0,5
14	Дихлоретан	2	10	33	Фурфурол	3	10
15	Метанол	3	5	34	Хлор	2	1
16	Метил акрилат	3	20	35	Хлорпікрин	2	0,7
17	Метил бромистий	1	1	36	Хлорбензол	3	50
18	Метил хлористий	2	5	37	Хлорсульфанова кислота	2	1
19	Нітрил акрилової кислоти	1	0,5	38	Хлороформ	3	5
				39	Етилену окисел	2	1

За своєю побудовою ці речовини належать до різних класів сполук, однак усі вони володіють загальною властивістю: в організмі людини вони руйнуються з виникненням високо реакційно-дійсних вуглеводневих радикалів.

*До речовин, що порушують обмін речовин, належать токсичні сполуки групи галогенованих ароматичних вуглеводів. При цьому особою біологічною активністю відзначається дібензодіоксани й поліхлоровані бензофурани.*

Дані речовини здібні, діючи через легені, травний тракт і неушкоджену шкіру, викликати захворювання з надзвичайно в'ялим проходженням. При цьому практично в процес залучаються всі органи й системи організму людини. Характерною особливістю дії цих речовин є порушення обміну речовин, що в підсумку може іноді привести до літального кінця.

*Фактором ураження хімічної небезпечної ситуації є токсична дія, що визначається концентрацією АХНР в навколишньому природному середовищі та щільністю (густиною) хімічного зараження місцевості й об'єктів господарювання.*

*Щільність (густина) зараження небезпечними хімічними речовинами – це ступінь хімічного зараження місцевості.*

## ЛЕКЦІЯ 9

### ОСНОВНІ ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ

Питання для розгляду на лекції:

9.1 Радіаційна та хімічна розвідка.

9.2 Хімічний розвідувальний дозор.

#### 9.1 Радіаційна та хімічна розвідка

Радіаційну та хімічну розвідку підрозділами ведуть спеціально підготовленими відділеннями (екіпажами, розрахунками), зі складу яких виділяють спостерігачів (хімічні наглядові пости) або хімічні розвідувальні дозори.

Підрозділи радіаційної та хімічної розвідки виділяють хімічні наглядові пости та хімічні розвідувальні дозори. Вказані розвідувальні органи виконують свої завдання нагляданням та обстеженням зараженої місцевості. Вони можуть залучатися для проведення контролю зараження військ після виводу їх із зон зараження або в районах спеціальної обробки.

На наглядачів та хімічні наглядові пости покладені такі завдання: виявлення радіоактивного та хімічного зараження; сповіщення своїх підрозділів про зараження; визначення рівній радіації та типів отруйних речовин; позначення границь ділянок зараження в районі свого розташування; візуальне спостереження за напрямком руху радіоактивної хмари; виявлення за зовнішніми ознаками застосування противником біологічних речовин; взяття проб та відправка їх до лабораторії. Хімічні наглядові пости, окрім згаданих вище завдань, контролюють зміну ступеню зараження місцевості та повітря радіоактивними та отруйними речовинами.

Хімічні наглядові пости виділяються у складі 2–3 осіб, одна з яких назначається старшим.

Спорядження ХНП (Хімічних наглядових постів):

- вимірювач потужності дози ДП-5Б;
- військовий прилад хімічної розвідки ВПХР;
- ручні димові гранати РДГ-2;
- сигнальні ракети хімічної тривоги;
- компас;
- бінокль;
- секундомір;
- олівець, лінійка з транспортиром, гумка;
- схема орієнтирів;
- журнал радіаційного та хімічного спостереження;
- документація посту;
- засоби індивідуального захисту;



- особова зброя;
- металокомплект;
- інструкція старшому ХНП.

Старшим ХНП призначається командир відділення та відповідає:

- за організацію та введення радіаційного та хімічного нагляду в районі розміщення підрозділу;
- за своєчасність виявлення районів використання противником ядерної та хімічної зброї, радіоактивного та хімічного зараження місцевості;
- за своєчасність подачі встановленого сигналу сповіщення про радіоактивне, хімічне зараження;
- за своєчасність контролю зміни рівній радіації та концентрації ОР (отруйних речовин) у районі спостереження.

Старшим ХНП зобов'язаний:

- у разі отримання сигналу сповіщення поставити особовому складу ХНП завдання на підготовку до введення радіаційного та хімічного спостереження:
  - отримати завдання від командира підрозділу (керівника), уявити її та поставити завдання розрахунку ХНП;
  - вивести розрахунок у відповідний район, вивчити район нагляду та розташування в ньому підрозділів;
  - намітити місця розміщення ХНП та спостерігачів;
  - уточнити порядок підтримання зв'язку з командиром підрозділу та форму доповіді про результати нагляду;
  - вибрати орієнтири та поставити завдання особовому складу розрахунку ХНП на введення радіаційного та хімічного нагляду, де вказує:
    - орієнтири;
    - завдання розрахунку (місце та район нагляду);
    - завдання спостерігачам (місце спостерігача, на що потрібно звернути увагу при нагляданні);
    - режим роботи приладів;
    - порядок уразі виявлення радіоактивного та хімічного зараження;
    - порядок подачі сигналів оповіщення та доповіді результату спостерігачів;
    - призначити чергового спостерігача;
    - організувати спорядження, маскування та оснащення ХНП;
    - перевірити справність засобів зв'язку;
    - доповісти про початок наглядання командиром підрозділу;
    - скласти схему орієнтирів;
    - встановити послідовність зміни спостерігачів та перевірити несення ними служби;
    - проводити розвідку району нагляду;
    - вести звітну документацію.

### *Хімічний спостерігач*

Хімічний спостерігач підпорядковується старшому ХНП та відповідає за своєчасність виявлення радіоактивного, хімічного зараження та подачу сигналу оповіщення.

Хімічний спостерігач зобов'язаний:

- уміти працювати з приладами радіаційної та хімічної розвідки;
- отримавши задачу, зайняти вказане йому місце;
- вести неперервний нагляд у заданому районі;
- у зазначений час ввімкнути прилади та стежити за їхніми показаннями;
- при спалі ядерного вибуху вжити заходів захисту, знайти координати, потужність, вид ядерного вибуху, встановити напрямок руху радіоактивної хмари, виміряти рівні радіації на місцевості, доповісти про результати старшому поста та з його дозволу подати встановлений сигнал оповіщення про радіоактивне зараження;
- у разі появи в повітрі ракет, нальоті авіації подати сигнал оповіщення «Хімічна тривога», перевести засоби захисту в бойове положення, визначити тип (групу) ОР, доповісти про результати нагляду старшому поста;
- контролювати зміну рівній радіації та наявність ОР на місцевості в районі нагляду;
- у разі виявлення ознак використання противником біологічних речовин доповісти старшому ХНП.

Місце розвертання посту має забезпечувати гарний огляд ділянки спостереження, не виділятися на загальному фоні та мати гарне маскування. Не рекомендується розміщувати пост біля гарно видимих орієнтирів. Наглядовий пост розміщується в окопі.

Під час руху наглядовий пост знаходиться в транспортному або бойовому засобі з командиром підрозділу.

## **9.2 Хімічний розвідувальний дозор**

Розвідувальний дозор складається з 3–4 осіб, одна з яких назначається старшим. У його склад можуть входити екіпаж, розрахунок. Дозор, призначений для ведення радіаційної та хімічної розвідки має пройти спеціальну підготовку, мати прилади радіаційної та хімічної розвідки, засоби зв'язку та знаки огороження заражених ділянок місцевості.

При постановці задач хімічному розвідному дозору командир підрозділу вказує:

- данні про противника, напрямок (ділянка) розвідки, на що потрібно звернути особливу увагу;
- до якого рубежу (пункту, рівня радіації) вести розвідку;
- порядок ведення розвідки та позначення рівній радіації (границь зараженої ділянки);
- час початку та закінчення розвідки;
- порядок доповіді (представлення доносу) та підтримання зв'язку;
- пункт збору по закінченні розвідки.

Хімічному розвідувальному дозору можуть бути наданні завдання на радіаційну розвідку маршруту крізь район ядерного вибуху, в зоні радіоактивного зараження, на радіаційну та хімічну розвідку зараженої ділянки в районі дій підрозділів, маршруту переміщення підрозділів та районів їх розташування. Окрім того, хімічний розвідувальний дозор має проводити контроль ступені зараження місцевості, особового складу, озброєння, військової техніки та матеріальних засобів.

У процесі розвідки старший дозору відмічає на карті (схемі) місця, де встановлені знаки огороження, рівня радіації та час їх вимірювання.

Пішим хімічним розвідувальним дозором розвідка зараженої ділянки ведеться, якщо місцевість непрохідна для розвідувальних хімічних машин.

Хімік-розвідник № 1, рухаючись крізь заражену ділянку по основному напрямку розвідки, визначає глибину зараженої ділянки та позначає знаками передню та тильну границю.

Хіміки-розвідники № 2 та № 3, рухаючись праворуч та ліворуч від основного напрямку розвідки, знаходять границі зараженої ділянки та позначають їх.

Якщо в зазначеній полосі розвідки бокові границі зараженої ділянки не виявлені, то хіміки-розвідники № 2 та № 3 рухаються до тильної границі зараженої ділянки по границям полоси розвідки; по виході на тильну границю зараження вони позначають її, рухаючись до основного напрямку розвідки.

Старший дозору рухається за хіміком-розвідником № 1, проводить контрольні визначення типу отруйних речовин або вимірювання рівній радіації, визначає спосіб зараження, встановленими сигналами керує діями підлеглих.

У пункті збору хіміки-розвідники доповідають старшому дозору про результати розвідки, а потім проводять частинну спеціальну обробку засобів захисту, приладів та розвідувальної хімічної машини.

При розвідці маршруту руху підрозділів, рухаючись по вказаному маршруту, дозор періодично вмикає прилади радіаційної та хімічної розвідки та стежить за їхніми показаннями в цілях своєчасного виявлення радіоактивних та отруйних речовин, візуально визначає по зовнішнім признакам наявність зараження біологічними засобами. Виявивши зараження, дозор позначає його передню границю, визначає тип отруйної речовини, а старший дозору робить відмітку на карті (схемі) передньої границі зараження та доповідає командирові, який вислав дозор, про виявлення передньої границі зараження. При виявленні радіоактивного зараження дозор продовжує рух до рубежу, на якому рівні радіації становлять 0,5 рад/год.

Старший дозору відмічає на карті (схемі) точку з цим рівнем радіації. У разі необхідності знаходяться шляхи обходу. За їх відсутності шляхів обходу дозор продовжує вести розвідку маршруту в заданому напрямку.

Біля характерних орієнтирів (перехрестя доріг, мости тощо) робляться заміри рівній радіації, про які старший дозору робить відмітку на карті (схемі).

Пройшовши заражену ділянку, дозор визначає його тильну границю – рубіж, на якому відсутнє зараження отруйними речовинами або де рівень радіації становить 0,5 рад/год.

При проведенні контролю зміни ступеню зараження радіоактивними та отруйними речовинами місцевості та границь раніш розвіданих заражених ділянок у заданому районі або на маршруті руху дозор уточнює рівень радіації або наявність отруйних речовин.

## ЛЕКЦІЯ 10

### ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ ІЗ ПИТАНЬ ЗАХИСТУ ВІД ХІМІЧНИХ НЕБЕЗПЕК НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Питання для розгляду на лекції:

10.1 Характер можливих хімічних надзвичайних ситуацій.

10.2 Організація ліквідації наслідків хімічних небезпечних надзвичайних ситуацій.

#### 10.1 Характер можливих хімічних надзвичайних ситуацій

Безпека функціонування ХНО залежить від багатьох факторів: фізико-хімічних властивостей сировини, напівпродуктів і продуктів, від характеру технологічного процесу й надійності обладнання, умов зберігання та транспортування хімічних речовин, стану контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації, ефективності засобів протиаварійного захисту тощо. Крім того, безпека виробництва, використання, зберігання і перевезення АХНР значною мірою залежить від рівня організації профілактичної роботи, своєчасності та якості планових попереджувальних робіт, підготовленості й практичних навичок персоналу, системи нагляду за станом технічних засобів проти аварійного захисту. Критерії класифікації об'єктів і територій за ступенем хімічної небезпеки внаслідок можливих аварій із виливом (викидом) аварійно хімічно небезпечних речовин наведені в таблиці 10.1.

Наявність такої кількості факторів, від яких залежить безпека функціонування хімічних небезпечних об'єктів, робить цю проблему надто складною. Як показує аналіз причин виникнення великих хімічних аварій, що супроводжуються викидом (виливом) АХНР, на сьогодні неможливо виключати вірогідність виникнення аварій, які призведуть до ураження виробничого персоналу й населення, яке розташовано в районі функціонування хімічно небезпечного об'єкта.

Аналіз структури підприємств, що виробляють або використовують АХНР, показує, що в їхніх технологічних лініях обертається, зазвичай, незначна кількість токсичних хімічних продуктів. Значно більша кількість АХНР за об'ємом знаходиться на складах підприємств. Це призводить до того, що при аваріях у цехах підприємств зазвичай відбувається локальне зараження повітря, обладнання цехів, території підприємств. При цьому ураження в таких випадках може отримати переважно виробничий персонал.

При аваріях на складах підприємств, коли руйнуються ємності, АХНР розповсюджується за межі підприємства, що призводить до масового ураження не тільки персоналу підприємства, але й населення, що розташовано в зоні ураження суб'єкта господарської діяльності (далі – СГД).

Місткість складів АХНР на будь-якому підприємстві визначається залежно від необхідного запасу, що забезпечує безперервну роботу

підприємства, а також від доцільно допустимого накопичення на виробничій площадці товарної продукції, яка підлягає відправці споживачам. У наслідку цього норми зберігання АХНР на кожному підприємстві визначаються з розрахунком умов їх споживання, вироблення, транспортування, попередження аварійних ситуацій, профілактичних зупинок, сезонних поставок, а також токсичності, пожежної та вибухової безпеки.

Таблиця 10.1 – Критерії класифікації адміністративно-територіальних одиниць і суб'єктів господарської діяльності за ступенем хімічної небезпеки

Критерії (показники) для віднесення АТО і СГД до хімічно небезпечних		Визначення об'єктів, які класифікуються		
			Хімічно небезпечний СГД	Хімічна небезпечна адміністративно-територіальна одиниця (АТО)
Кількість населення, яке потрапляє в зону можливого хімічного зараження АХНР, (тис. осіб)	Ступінь хімічної небезпеки	I	> 3,0 тис. осіб	Більше 50 % населення (території)
		II	0,3–3,0 тис. осіб	Від 30 % до 50 % населення (території)
		III	0,1–0,3 тис. осіб	Від 10 % до 30 % населення (території)
		IV	Менше 0,1 тис. осіб	Менше 10 %

У середньому на підприємствах мінімальні (не понижуючі) запаси хімічних продуктів створюються на три доби, а для заводів із виробництва окремих хімічних речовин і мінеральних добрив – до 10–15 діб.

У наслідок цього на великих хімічних підприємствах, а також на складах у деяких портах і на транспорті, що перевозить АХНР, може одночасно зберігатися тисячі тон різних сильнодіючих отруйних речовин.

На виробничих площадках або на транспорті АХНР, зазвичай, знаходиться в стандартних ємностях. Це можуть бути оболонки з алюмінію, заліза або залізобетону, в яких підтримуються умови, що відповідають заданим режимам зберігання. Форма й тип ємностей вибираються відповідно до масштабів виробництва або використання, умов їх транспортування. Найбільш широке розповсюдження сьогодні отримали ємності циліндричної форми та шарові резервуари.

Місткість резервуарів може бути різною. Хлор, наприклад, зберігається в ємностях місткістю від 1 т до 1 000 т, аміак – від 5 т до 30 000 т, синильна кислота – від 1 т до 200 т, окисел етилену – в шарових резервуарах об'ємом 800 м<sup>3</sup>

і більше, окисел вуглецю, двоокис сірки, гідразин, тетраетилсвинець, сірковуглець – в ємностях місткістю від 1 т до 100 т.

Наземні резервуари, зазвичай, розміщуються групами. У кожній групі передбачається резервна ємність для перекачування АХНР у разі їх виливу із якогось резервуару. Для кожної групи наземних резервуарів за периметром робиться замкнуте обвалування або загороджувальна стінка з не горючих і стійких до корозії матеріалів висотою не менше 1 м.

Внутрішній об'єм обвалування розраховується на повний об'єм групи резервуарів. Відстань від резервуарів до підосви обвалування або загороджувальної стінки приймається рівною половині діаметра.

Відстань від складів АХНР об'ємом понад 8 000 м<sup>3</sup> до населених пунктів повинна бути не менше 1 000 м. Відстань від складів із наземним розташуванням резервуарів до місць масового скупчення людей (стадіонів, базарів, парків тощо) збільшується в два рази.

Для зберігання АХНР на складах підприємств використовуються такі головні способи:

- у резервуарах під високим тиском;
- в ізотермічних сховищах при тиску, близькому до атмосферного (низькотемпературне сховище), або до 1 Па (ізотермічне сховище, при цьому використовуються шарові резервуари великої місткості);
- зберігання при температурі навколишнього середовища в закритих ємностях (характерно для високо киплячих рідин).

Спосіб зберігання АХНР переважно визначає їхня поведінка в разі аварій (розкриття, пошкодження, руйнування оболонок резервуарів).

У разі *руйнування оболонки ємності*, що зберігала АХНР *під тиском*, і подальшого розливу великої кількості речовини в піддон (обвалування) його попадання в повітря може здійснюватися протягом тривалого часу. Процес випаровування в цьому разі можна умовно розподілити на три періоди.

*Перший період* – бурне, майже моментальне випаровування завдяки різниці пружності насиченого пару АХНР в ємності й парціального тиску в повітрі. Цей процес забезпечує головну кількість пару АХНР, що потрапляє в повітря за цей період часу. Крім того, частина АХНР переходить у пар за рахунок теплоутримання рідини, температури навколишнього повітря й сонцевої радіації. У результаті температура рідини знижується до температури кипіння. Зважаючи на те, що за цей період часу випаровується значна кількість АХНР, то може виникнути хмара з концентраціями АХНР, значно перевищуючи смертельні.

*Другий період* – нестійке випаровування АХНР за рахунок тепла піддону (обвалування), зміни теплоутримання рідини та притоку тепла від навколишнього повітря. Цей період характеризується, як правило, різким спадом інтенсивності випаровування в перші хвилини після розливу з одночасним пониженням температури рідкого шару нижче температури кипіння.

*Третій період* – стаціонарне випаровування АХНР за рахунок тепла навколишнього повітря. Випаровування в цьому разі буде залежати від швидкості вітру, температури навколишнього повітря й рідкого шару. Підведення тепла від піддону (обвалування) практично буде дорівнювати нулю.

Тривалість стаціонарного періоду залежно від типу АХНР, його кількості й зовнішніх умов може складати години, добу та більше.

У разі руйнування оболонки ізотермічного сховища та подальшого розливу великої кількості АХНР в піддон (обвалування) випарування за рахунок різниці пружності насиченого пару АХНР в ємності й парціального тиску в повітрі у зв'язку з малим надмірним тиском майже не спостерігається. Для цього типу ємностей характерні періоди нестаціонарного та стаціонарного випаровування АХНР.

Формування первинної хмари здійснюється за рахунок тепла піддону (обвалування), зміною теплоутримання рідини та притоку тепла від навколишнього повітря.

При цьому кількість речовини, що переходить у первинну хмару, зазвичай, не перевищує 3–5 % при температурі навколишнього повітря 25–30 °С.

При відкритті оболонок із високо кип'яченими рідинами виникнення первинної хмари не спостерігається. Випарування рідини здійснюється за стаціонарним процесом і залежить від фізико-хімічних властивостей АХНР і температури навколишнього повітря. Зважаючи на малі швидкості випаровування таких АХНР, вони будуть становити небезпеку тільки для навколишніх, що знаходяться в районі аварії.

Варто відмітити, що на багатьох об'єктах скупчена значна кількість різних легко горючих речовин, зокрема АХНР (аміак, окисел етилену, синильна кислота, окисел вуглецю та інші). Багато АХНР вибухонебезпечні (гідразин, окисли азоту та інші). Цю обставину необхідно враховувати в разі виникнення пожеж на об'єктах. Крім того, сама пожежа на підприємстві може сприяти виділенню різних отруйних речовин. Так наприклад, горіння поліуретану та інших пластмас призводить до виділення синильної кислоти, фосгену, окислу вуглецю, різних ізоціанатів, іноді діоксану та інших АХНР у небезпечних концентраціях, особливо в закритих приміщеннях. Характеристика основних груп АХНР і хімічних речовин, які виникають на хімічно небезпечних об'єктах при аваріях, наведена в таблиці 10.2.

Таблиця 10.2 – Основні групи АХНР і речовини, які виникають у разі аварій на ХНО

Група	Характеристика	Типові представники
1	Рідкі легкі АХНР, які зберігаються в ємностях під тиском (стиснуті та зріджені гази)	Хлор, сірчаний газ, сірководень, фосген, бромметил, окисел вуглецю
2	Легкі леткі АХНР, які зберігаються в ємностях без тиску	Нітро- й аміносполуки ароматичного ряду, синильна кислота, нітрил акрилової кислоти, тетраетилсвінець, хлорна суміш, дифосген, діхлоретан, хлорпікрин



Ось чому при організації робіт із ліквідації хімічної небезпечної аварії на об'єкті господарювання та її наслідків необхідно враховувати не тільки фізико-хімічні властивості АХНР, але і їхню вибухову й пожежну безпеку, можливість виникнення протягом пожежі нових АХНР і на цій основі вживати заходи щодо захисту персоналу, який бере участь у роботах.

Аналіз аварійних ситуацій, які спостерігалися, і виконані розрахунки показують, що об'єкти з хімічними небезпечними компонентами можуть бути джерелом: залпових викидів АХНР в атмосферу, у водойми; хімічної пожежі з надходження токсичних речовин у довкілля; руйнівних вибухів; зараження об'єктів і місцевості в осередках аварії та на сліді розповсюдження хмари; широких зон задимлення у сполуці з токсичними продуктами.

Для будь-якої аварії характерні стадії виникнення, розвитку та спаду безпеки. На хімічному небезпечному об'єкті в розпалі аварії можуть діяти, зазвичай, декілька факторів ураження: пожежа, вибухи, хімічне зараження повітря і місцевості та інші, а за межами об'єктів – зараження довкілля.

Дія АХНР через органи дихання частіше, ніж через інші шляхи дії, призводить до ураження людей, реалізується на великих відстанях і площах з швидкістю вітрового переносу.

Для багатьох АХНР характерна тривалість зараження навколишнього середовища, а також прояв віддалених ефектів ураження людей і об'єктів біосфери. Наприклад, у 1976 році в м. Севезо (Італія) унаслідок руйнування на хімічному заводі одного із апаратів, у якому здійснювався синтез трихлорфенолу, в повітря була викинута хмара, яка, крім головного продукту синтезу, мало майже 4 кг діоксану. Хмара розповсюдилась на площі близько 18 км<sup>2</sup>. Унаслідок хімічної небезпечної ситуації, крім значної матеріальної шкоди, було уражено декілька сотень чоловік, загинула більшість сільськогосподарських тварин. Доводилося здійснювати евакуацію населення та проводити дегазацію місцевості майже протягом 8 років.

Масштаби ураження при хімічних небезпечних аваріях дуже сильно залежать від метеорологічних обставин і умов зберігання АХНР. Так, іноді сильний викид може не спричинити значної шкоди або він буде мінімальним, тоді як менший викид в інших умовах може призвести до більшої шкоди.

З цих особливостей хімічних небезпечних аварій випливає: захисні заходи і, понад усе, прогнозування, виявлення й періодичний контроль за змінами хімічної їх обставин, оповіщення персоналу підприємства, населення та сил цивільного захисту, повинні проводитися з надзвичайно високою оперативністю; серед населення й сил цивільного захисту, що знаходяться в зонах розповсюдження АХНР, можуть бути уражені, для обслідування яких і надання їм медичної допомоги знадобляться значні сили та засоби. Локалізація джерела надходження АХНР у довкілля має визначну роль у попередженні масового ураження людей. Швидке здійснення цього завдання може спрямувати аварійну ситуацію в контролююче русло, зменшити викиди АХНР і значно знизити шкоду.

## 10.2 Організація ліквідації наслідків хімічних небезпечних надзвичайних ситуацій

Організація ліквідації хімічних небезпечних аварій (катастроф) залежить від масштабів і їхніх наслідків. Масштаб аварії визначається кількістю АХНР, які викинуто в атмосферу (на місцевість), і її розподілом за простором і часом, а також щільністю населення й наявністю особового складу сил цивільного захисту, для яких створюється загроза ураження. Сукупність масштабів аварії, результатів дії хімічного зараження на сили цивільного захисту та населення, об'єкти господарювання й навколишнє природне середовище створюють *наслідки хімічних небезпечних надзвичайних ситуацій*.

Хімічні небезпечні надзвичайні ситуації, виходячи із протяжності меж розповсюдження АХНР і їхніх наслідків та матеріальних ресурсів, що необхідні для їх ліквідації прийнято розподіляти на НС: державного, регіонального, місцевого та об'єктового рівнів.

*Ліквідація наслідків надзвичайної ситуації об'єктового рівня* здійснюється силами й засобами об'єктів господарювання, на яких виникла аварія (катастрофа). Для цього на об'єктах великої потужності з виробництва або використання АХНР створюються спеціальні штатні газорятувальні загони (команди) і невоєнізовані формування (загони, команди, групи).

*Газорятувальний загін* (команда), зазвичай, складається з трьох взводів:

– *оперативного*, що несе постійне чотиризмінне чергування та призначений для ліквідації аварій і рятування людей;

– *забезпечення безпеки*, що займається перевіркою дотримання вимог безпеки на робочих місцях, у цехах (дільницях) і надання допомоги у виконанні цих завдань на об'єкті;

– *технічного*, завданням якого є забезпечення цехів (дільниць) підприємства засобами захисту та їх перевірка.

У кожному цеху (дільниці) об'єкта, який пов'язаний із виробництвом або використанням АХНР, повинні створюватися нештатні аварійні команди (групи). Керівництво ліквідацією наслідків хімічної аварії об'єктового рівня здійснює *штаб проведення аварійних робіт* на чолі з головним інженером об'єкта господарювання.

До ліквідації наслідків хімічної аварії місцевого рівня, крім сил і засобів об'єкта господарювання, можуть залучатися військові частини й невоєнізовані формування цивільного захисту області (району, міста обласного підпорядкування). Керівництво ліквідацією хімічної аварії місцевого рівня здійснює *штаб проведення аварійних робіт* або районна (міська) постійна комісія з питань техногенної та екологічної безпеки.

До ліквідації наслідків хімічної аварії державного рівня, крім сил і засобів об'єкта господарювання (району, міста обласного підпорядкування, області), залучаються у разі необхідності сили ДСНС України, інших міністерств і відомств. Керівництво роботами з ліквідації наслідків хімічної аварії державного рівня здійснює залежно від масштабів обласна, районна, міська постійна комісія

з питань техногенної та екологічної безпеки, а в особливо важких випадках Урядова комісія.

Постійні комісії з техногенної та екологічної безпеки (районні, міські, обласні, республіканська) призначені для керівництва роботою з профілактики надзвичайних ситуацій на відповідній території та організації робіт із локалізації та ліквідації їхніх наслідків. Вони очолюються, зазвичай, першими заступниками керівників відповідних територіальних органів управління. До складу комісій входять заступники голів територіальних державних адміністрацій, начальники управлінь, відділів і служб територіальних органів управління.

Для оперативного керівництва ліквідацією наслідків хімічних аварій та організації взаємодії сил ДСНС та єдиної держаної системи цивільного захисту, надання допомоги потерпілому населенню створюється оперативна група ДСНС України на чолі з одним із заступників голови ДСНС України.

У разі хімічної небезпечної ситуації на транспорті при перевезенні АХНР організація її ліквідації залежить від масштабів аварії (катастрофи) та її наслідків. Ліквідацією аварій і їхніх наслідків, що пов'язані з порушенням герметичності засувних пристроїв цистерн і крапельним витіканням АХНР, здійснюється спеціалістами, що супроводжують транспорт з АХНР.

При більших хімічних аваріях, що пов'язані з порушенням герметичності цистерн і значним викидом (вилівом) АХНР, ліквідація аварії та її наслідків організується управлінням залізниці за участю місцевих державних адміністрацій. Якщо аварія виникла під час перевезення АХНР автомобільним транспортом, то ліквідація здійснюється місцевими органами виконавчої влади (району або міста обласного підпорядкування).

До ліквідації наслідків хімічних аварій на транспорті можуть також залучатися спеціальні команди з об'єктів-вантажовідправників, формування цивільного захисту, а за необхідності сили інших міністерств і відомств.

Керівництво силами цивільного захисту, що залучаються до ліквідації транспортних хімічних аварій із вилівом (викидом) АХНР здійснюється територіальними органами або оперативною групою ДСНС України.

Ліквідація наслідків хімічних небезпечних надзвичайних ситуацій включає комплекс заходів, який проводиться в короткі терміни з метою надання допомоги потерпілому населенню й силам цивільного захисту в районі аварії (катастрофи), недопущення подальших втрат, а також відновлення життєдіяльності населених пунктів та функціонування об'єктів господарювання.

Комплекс заходів із ліквідації наслідків хімічної небезпечної надзвичайної ситуації включає:

- прогнозування можливих наслідків хімічних небезпечних аварій;
- виявлення й оцінка наслідків хімічних небезпечних аварій (катастроф);
- здійснення рятувальних та інших невідкладних аварійних відновлювальних робіт;
- ліквідацію хімічного зараження;
- проведення спеціальної обробки техніки й санітарної обробки людей;
- надання медичної допомоги потерпілим;

– відновлення життєдіяльності населених пунктів та функціонування об'єктів господарської діяльності.

*Прогнозування можливих наслідків хімічних небезпечних аварій* здійснюється розрахунковими аналітичними станціями, групами або окремими спеціалістами. Отримані дані використовуються для прийняття невідкладних заходів захисту особового складу сил цивільного захисту, робітників, службовців і населення, організації виявлення наслідків аварії (катастрофи), проведення рятувальних та інших невідкладних робіт.

*Виявлення наслідків аварії* здійснюється проведенням хімічної та інженерної розвідки. Склад сил і засобів, що залучаються для виконання задач розвідки, залежить від характеру та її масштабів. Дані розвідки збираються в штабі керівництва ліквідації аварії (катастрофи) і на їх основі здійснюється оцінка наслідків хімічної надзвичайної ситуації та розробляється план їх ліквідації.

*Рятувальні та інші невідкладні роботи* здійснюються з метою рятування життя людей і надання допомоги потерпілим, локалізації та усунення аварійних пошкоджень, створення умов для подальшого проведення робіт із ліквідації наслідків аварії (катастрофи).

*Ліквідація хімічного зараження* проводиться шляхом дегазації (нейтралізації) обладнання, будинків, споруд і місцевості в районі аварії, що заражені АХНР, і здійснюється з метою пониження ступеню їх зараження й виключення подальшого ураження людей.

*Спеціальна обробка техніки й санітарна обробка людей* проводиться на виході із зон зараження і здійснюється з метою запобігання ураження людей АХНР. Ефективність цих заходів залежить від своєчасного та якісного їх проведення.

*Медична допомога* потерпілим надається з метою зменшення загрози їхньому здоров'ю, послаблення дії на них АХНР.

Здійснення комплексу заходів з ліквідації наслідків хімічних небезпечних надзвичайних ситуацій потребує чіткої організації і впевненого керівництва за їх проведенням.

У разі хімічної небезпечної надзвичайної ситуації керівник робіт із ліквідації її наслідків зобов'язаний:

- оцінити хімічні обставини, визначити межі зон зараження, прийняти заходи щодо її позначення й оточення;
- виявити людей, що підверглися дії факторів ураження АХНР ;
- розробити план ліквідації наслідків хімічної аварії, в якому залежно від масштабів і характеру хімічного зараження викласти: коротку характеристику наслідків аварії та висновки з оцінки хімічної обстановки; задачі силам цивільного захисту, що залучаються до робіт із ліквідації наслідків аварії; черговість робіт із терміни їх виконання; способи дегазації (нейтралізації) АХНР; організацію контролю за повнотою дегазації (нейтралізації) місцевості, техніки, будинків, споруд і транспорту; організацію медичного забезпечення; вимоги заходів безпеки; організацію управління й порядок подання доповідей про виконання перебігу робіт.

Зазвичай, робота починається з рекогностування району аварії (катастрофи), у процесі якої визначається:

- масштаб аварії та загальний порядок її ліквідації;
- можливі масштаби розповсюдження рідкої та парової фаз викиду (випливу) АХНР;
- протипожежний стан району подальших робіт;
- обсяг робіт з евакуації (відселення) населення (сільськогосподарських тварин);
- необхідна кількість сил і засобів для проведення робіт;
- місця зосередження сил і засобів для ліквідації наслідків аварії;
- задачі з розчищення шляхів підходу та під'їзду до місця аварії;
- метеорологічні умови й місця організації баз засобів матеріального забезпечення, пунктів управління, видачі засобів індивідуального захисту, харчування тощо.

За результатами рекогностування ставляться завдання силам, що залучаються до проведення робіт. При цьому передбачається виконання таких завдань, перелік яких залежно від конкретних обставин може змінюватися:

- виявлення та контроль зони розповсюдження хмари АХНР;
- оповіщення й евакуація населення, сил цивільного захисту та тварин із зони зараження;
- надання медичної допомоги ураженим;
- ліквідація пожеж, забезпечення вибухової та пожежної безпеки робіт, що виконуються;
- розчищення й вивільнення підходів і під'їздів до місця аварії;
- усунення або обмеження випливу (викиду) АХНР із пошкоджених ємностей і їх розповсюдження на місцевості;
- перекачування або збирання АХНР у резервні ємності;
- організація дегазації (нейтралізації) техніки, що брала участь у роботах;
- санітарна обробка осіб, що брали участь у роботах.

Після постановки завдань кожному командирі формувань цивільного захисту, що беруть участь у ліквідації наслідків аварії, видається наряд-допуск на виконання робіт у зоні зараження АХНР.

Для керівництва силами й засобами, що беруть участь у ліквідації наслідків аварії, створюється система зв'язку. Для управління силами охорони громадського порядку, протипожежної охорони, військовими частинами можуть створюватися радіомережі. Використовуються також телефонні лінії державної мережі загального користування, прямі телефонні лінії, а також польові телефонні лінії, які створюються військовими частинами, а також мобільні телефонні мережі.

Необхідно зазначити, що роботи з ліквідації наслідків хімічної небезпечної надзвичайної ситуації повинні проводитися при будь-яких метеорологічних умовах, у будь-який час доби, а за необхідності й цілодобово.

## ЛЕКЦІЯ № 11

### ОСНОВНІ ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ

Питання для розгляду на лекції:

11.1 Характер можливих біологічних надзвичайних ситуацій.

11.2 Організація ліквідації наслідків небезпечних надзвичайних ситуацій.

#### 11.1 Характер можливих біологічних надзвичайних ситуацій

Захист від біологічних засобів ураження включає своєчасне виявлення чинників біологічного зараження, залежно від їх виду і ступеня ураження, проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних і спеціальних протиепідемічних та медичних заходів.

Біологічний захист передбачає:

- своєчасне використання колективних та індивідуальних засобів захисту;
- запровадження режимів карантину та обсервації;
- знезаражування осередку ураження;
- необхідне знезаражування людей, тварин тощо;
- своєчасну локалізацію зони біологічного ураження;
- проведення екстреної та специфічної профілактики;
- додержання протиепідемічного режиму підприємствами, установами та організаціями незалежно від форм власності і господарювання та населенням;
  - своєчасне виявлення чинників та осередку біологічного зараження, його локалізацію і ліквідацію;
  - прогнозування масштабів і наслідків біологічного зараження, розроблення та запровадження своєчасних протиепідемічних, профілактичних, протиепізоотичних, протиепіфітотичних і лікувальних заходів;
  - проведення екстреної неспецифічної та специфічної профілактики біологічного зараження населення;
  - запровадження обмежувальних протиепідемічних заходів, обсервації та карантину;
  - здійснення дезінфекційних заходів в осередку зараження, знезараження суб'єктів господарювання, тварин та санітарної обробки населення;
  - надання екстреної медичної допомоги ураженим біологічними патогенними агентами;
  - інші заходи біологічного захисту залежно від ситуації, що склалася.

Біологічний захист населення, тварин і рослин додатково включає встановлення протиепідемічного, протиепізоотичного та протиепіфітотичного режимів та їх дотримання суб'єктами господарювання, закладами охорони здоров'я та населенням.

Здійснення заходів біологічного захисту покладається на суб'єктів забезпечення цивільного захисту.

## **Рекомендації щодо медичного спостереження за станом здоров'я осіб, які працюють в осередку біологічного зараження.**

1. Особовий склад, який залучається до ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків в умовах біологічного зараження, повинен бути придатний за станом здоров'я до виконання цих робіт, відповідно до вимог наказу МОЗ України від 21.05.2007 № 246 «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 23 липня 2007 р. за № 846/14113.

2. Перед направленням особового складу в зону біологічного зараження для ліквідації надзвичайної ситуації та її наслідків, він повинен бути оглянутий та опитаний медичним фахівцем на предмет відсутності скарг на стан здоров'я.

3. Щоденно перед початком робіт в осередку біологічного зараження медичним фахівцем проводиться медичний огляд та опитування особового складу. Дані про стан здоров'я реєструються в журналі щоденного медичного контролю за станом здоров'я особового складу, який працює в осередку біологічного зараження.

4. Особи, які пред'являють скарги на погіршення самопочуття або у них виявляються загальні симптоми інфекційного захворювання (підняття температури тіла, головний біль, слабкість, нудота тощо) негайно ізолюються і направляються санітарним автотранспортом до лікувального закладу для обстеження та надання необхідної медичної допомоги.

5. Фахівець медичної служби МНС України, який здійснює медичне забезпечення особового складу, що працює в зоні біологічного зараження, з перших днів ліквідації НС повинен вирішити питання щодо територіального лікувального закладу, куди можуть бути госпіталізовані рятувальники у разі виявлення в них проявів інфекційних захворювань.

6. Медичний працівник, який є відповідальним за медичне забезпечення аварійно-рятувальних робіт у зоні біологічного зараження, перед виїздом до місця проведення цих робіт повинен підготувати медикаменти та інше медичне майно, необхідне для надання невідкладної медичної допомоги та проведення загальної екстреної профілактики інфекційних захворювань особовому складу.

7. Організують та проводять загальну екстрену профілактику інфекційних захворювань рятувальникам, які працюють у зоні біологічного зараження фахівці медичної служби МНС України. Ними ведеться журнал проведення загальної екстреної профілактики інфекційних захворювань особам, які підпали ризику зараження при роботі в осередку біологічного зараження.

8. Особовий склад, який підпав ризику зараження на інфекційні захворювання внаслідок пошкодження ЗІЗ, підлягає направленню на консультацію до лікувального закладу за місцем проведення робіт з метою визначення необхідності проведення йому специфічної екстреної профілактики, лікування та можливості подальшого продовження роботи в осередку біологічного зараження.

9. Рятувальники, які брали участь у ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків, пов'язаних з небезпечними біологічними чинниками, після повернення з осередку біологічного зараження підлягають медичному

спостереженню з боку медичних фахівців Медичної служби ДСНС України на термін максимального інкубаційного періоду відповідного інфекційного захворювання.

Дані про результати щоденного медичного спостереження реєструються у журналі медичного спостереження за особами, які брали участь у ліквідації надзвичайних ситуацій в зоні біологічного зараження.

Під час медичного спостереження медичний працівник ретельно перевіряє відсутність синдромів, які характерні для відповідного інфекційного захворювання в особи (осіб), яка брала (брали) участь у ліквідації надзвичайної ситуації в зоні біологічного зараження, а при наявності скарг на погіршення стану здоров'я та появи симптомів інфекційного захворювання, організовує негайну госпіталізацію до інфекційного відділення лікувального закладу.

У направленні на госпіталізацію медичним фахівцем обов'язково повинно бути зазначено про роботу захворілого в зоні біологічного зараження.

## **11.2 Організація ліквідації наслідків небезпечних надзвичайних ситуацій**

**Рекомендації керівникам органів та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту щодо організації та проведення особовим складом робіт у зоні біологічного зараження:**

1. Перед залученням особового складу до участі в локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації в осередку біологічного зараження керівник органу управління та підрозділу зобов'язаний за результатами біологічної розвідки:

– з'ясувати наявність та характер небезпечних чинників в осередку надзвичайної ситуації, яких не можна уникнути за допомогою організаційних, технічних, технологічних та інших заходів захисту;

– з метою ефективного захисту особового складу визначити характеристики, які повинні мати ЗІЗ, та з'ясувати, чи відповідають вони умовам праці рятувальників та біологічним небезпекам, які є в осередку зараження.

2. Керівник не повинен допускати до роботи в осередку біологічного зараження працівників без ЗІЗ, а також, якщо ЗІЗ знаходяться в забрудненому, несправному стані або з простроченими термінами експлуатації та періодичних випробувань.

3. Керівник зобов'язаний переконатися, що ЗІЗ застосовуються працівниками відповідно до інструкції з їх експлуатації та відсутності в ЗІЗ будь-яких змін, що можуть призвести до зниження їх захисних властивостей.

4. Керівник організовує зберігання і належний догляд за ЗІЗ, своєчасну спеціальну обробку, прання, знезараження, ремонт та знищення ЗІЗ за процедурами, визначеними інструкціями з їх експлуатації.

5. Під час роботи в ЗІЗ взимку необхідно передбачати заходи з попередження переохолодження та обмороження особового складу (застосування теплої білизни, розгортання пунктів обігріву в зоні зараження, де особовий склад без зняття засобів захисту може відігрітися та продовжити виконання завдань).



## **Рекомендації щодо дотримання правил безпеки при роботі в зоні біологічного зараження:**

1. До робіт з ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків у зоні біологічного зараження допускається тільки особовий склад, який не має медичних протипоказань і скарг на погіршення стану здоров'я.

2. Під час виконання аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках біологічного зараження особовим складом необхідно дотримуватись правил безпеки, спрямованих на запобігання зараженню БПА, як особисто себе, так і інших рятувальників.

3. На весь період робіт у зоні біологічного зараження кожен рятувальник забезпечується особистим комплектом (при необхідності декількома комплектами) ЗІЗ.

Рятувальники зобов'язані застосовувати ЗІЗ лише за призначенням згідно з інструкціями щодо їх експлуатації.

Кожен рятувальник щоденно перевіряє справність власного захисного одягу та працездатність засобів індивідуального захисту органів дихання. При необхідності надається взаємодопомога у перевірці справності захисного одягу.

Під час роботи в ЗІЗ ізолюючого типу (комплект Л-1, загальновійськовий захисний комплект (далі – ЗЗК) у вигляді комбінезону) особовий склад повинен суворо дотримуватися фізіологічних термінів перебування в даному типі одягу.

Рятувальникам категорично забороняється знаходитися у спеціальному одязі поза межами зони біологічного зараження, а також зберігати його в побутових приміщеннях не пристосованих для його зберігання, а також у житлових приміщеннях.

4. У випадку проявів симптомів інфекційного захворювання у рятувальника, який бере участь у ліквідації надзвичайної ситуації та її наслідків у зоні біологічного зараження спеціальний одяг, взуття та інші ЗІЗ, якими він користувався та приміщення, де вони зберігались, підлягають заключній дезінфекції.

5. ЗІЗ одягаються поза осередком біологічного зараження.

6. Зняття захисного одягу здійснюється на пункті спеціальної обробки (далі – ПСО), розташованому на межі зони біологічного зараження. Пункт розгортається на рівному, не забрудненому місці або у приміщенні, яке має забезпечує прохід особового складу наскрізь.

Перед прибуттям особового складу для роботи в осередку біологічного зараження спеціально визначені особи підготовлюють необхідні засоби для проведення дезінфекції ЗІЗ та санітарної обробки особового складу.

На весь період знаходження рятувальників в осередку біологічного зараження поблизу ПСО організовується чергування медичного працівника із спеціальною укладкою для надання невідкладної медичної допомоги та проведення загальної екстреної профілактики можливого біологічного зараження.

Після закінчення робіт в осередку біологічного зараження за вказівкою керівника підрозділу рятувальники збираються на ПСО для зняття захисного одягу.

Перед входом до ПСО на межі із зоною зараження обладнується дезінфекційний бар'єр у вигляді великої, але не високої ємності, в яку на товщину 5–10 см наливається дезінфікуючий розчин (тип дезінфектанту та його концентрація залежить від виду БПА).

Завчасно готуються спеціальні квачі (ганчір'я, закріплене на держаку) для обробки взуття. Кожен рятувальник повинен виходити із зони зараження тільки після обробки взуття у дезінфекційному розчині. Порядок зняття захисного одягу типу Л-1 та ЗЗК.

7. При плануванні заходів з ліквідації надзвичайної ситуації, пов'язаної з роботою особового складу в зонах біологічного зараження обов'язково повинно бути вирішено питання про проведення повної санітарної обробки рятувальників. Для цього необхідно передбачити можливість розгортання дезінфекційно-душової техніки (автомобіля, причепа), або використання наявних лазень.

Гігієнічне миття особового складу, залученого до ліквідації надзвичайної ситуації та її наслідків, рекомендовано здійснювати кожен день протягом всього періоду перебування особового складу в зоні біологічного зараження. Зміну верхнього одягу та білизни рекомендовано проводити через кожні 2 дні.

Дезінфекція одягу здійснюється наступним чином:

1 спосіб – майно замочується на 6–8 годин у 3 % розчині мила із содою, піддається кип'ятінню протягом 15 хв, ополіскується в проточній воді та просушується.

2 спосіб – проведення камерної дезінфекції у ДДУ за режимом відповідно до виду застосованого небезпечного біологічного агента.

8. Для захисту особового складу від біологічного зараження може застосовуватися також захисний одяг одноразового використання.

9. Для індивідуального захисту особового складу при ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків в осередках біологічного зараження при необхідності можуть застосовуватися і протичумні костюми першого типу, якщо не визначено збудник інфекційного захворювання.

Протичумний костюм забезпечує захист рятувальників від зараження БПА в усіх випадках підозри на карантинні та інші особливо небезпечні інфекційні хвороби. Він захищає від зараження при всіх основних механізмах передачі збудників інфекційних захворювань – повітряно-крапельному, контактному та при укусах комах-кровососів.

10. При пошкодженні засобів індивідуального захисту під час роботи особового складу в зоні біологічного зараження може виникнути так звана аварійна ситуація, коли на шкіру та/або слизові оболонки очей, рота, носа можуть потрапити БПА і призвести до можливого біологічного зараження та викликати інфекційні захворювання.

У разі пошкодження ЗІЗ рятувальник повинен повідомити про цей випадок керівника аварійно-рятувальних робіт і негайно вийти із зони біологічного зараження, де у встановленому порядку зняти захисний одяг та пройти часткову санітарну обробку. У подальшому здійснюється повна санітарна обробка із зміною верхнього одягу та натільної білизни.

За рішенням медичного працівника та під його безпосереднім керівництвом здійснюється курс загальної екстреної профілактики, після чого рятувальник у супроводі медичного працівника направляється до лікувального закладу для консультації.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Радіаційний хімічний та біологічний захист : **Розділ 1**; Дозиметрія та радіаційна безпека, хімічний та біологічний захист. Для курсантів, студентів і слухачів заочної форми навчання : текст лекцій / В. В. Барбашин, О. І. Вальченко, О. М. Ігнат'єв, А. В. Ромін. – Харків : НУЦЗУ, 2011. – 65 с.

2. Радіаційний хімічний та біологічний захист : **Розділ 2**; Засоби індивідуального захисту від радіаційних та небезпечних хімічних речовин. Прилади радіаційної та хімічної розвідки. Для курсантів, студентів і слухачів заочної форми навчання : текст лекцій / В. В. Барбашин, О. І. Вальченко, О. М. Ігнат'єв, А. В. Ромін. – Харків : НУЦЗУ, 2011. – 75 с.

3. Радіаційний хімічний та біологічний захист : **Розділ 3**; Радіаційний хімічний та біологічний захист. Безпека ядерного паливного циклу, для курсантів, студентів і слухачів заочної форми навчання : текст лекцій / В. В. Барбашин, О. М. Ігнат'єв, О. М. Семків, Г. В. Фесенко. – Харків : НУЦЗУ, 2009. – 152 с.

4. Про затвердження Правил охорони праці для виробництв основної хімічної промисловості. Наказ Держгірпромнагляду від 26.08.2010 № 162 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0850-10>.

5. Про затвердження Державних гігієнічних нормативів «Норми радіаційної безпеки України» (НРБУ-97). Наказ МОЗ України від 14.04.97 № 208 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/MOZ396.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MOZ396.html).

6. Про затвердження державних санітарних правил «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України». Наказ МОЗ України від 02.02.2005 № 54 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05>.

7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97/Д-2000. (ДНАОП 0.03-3.24-97) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.nau.ua/doc/?code=v0116488-00>.

*Навчальне видання*

**БАРБАШИЙ Віталій Валерійович,  
РОСОХА Володимир Омелянович,  
БІЛИМ Павло Анатолійович**

## **«РАДІАЦІЙНИЙ, ХІМІЧНИЙ ТА БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ»**

### **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 263 – Цивільна безпека щодо освітніх програм «Цивільний захист», «Охорона праці», «Аудит та консалтингова діяльність у галузі охорони праці»)*

Відповідальний за випуск *В. Е. Абракітов*  
Технічний редактор *В. І. Шалда*  
Комп'ютерне верстання *О. Г. Ткаченко*

План 2019, поз. 86 Л

---

Підп. до друку 16.08.2019. Формат 60 ×84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 4,9.

Тираж 50 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 12, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.