

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

В. В. Барбашин, В. О. Росоха, В. Е. Абракітов

ЗАХИСТ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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. Захист у надзвичайних ситуаціях : 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, В. Е. Абракітов; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 216 с.

Автори:

канд. техн. наук, доц. В. В. Барбашин;
канд. психол. наук, проф. В. О. Росоха;
канд. техн. наук, доц. В. Е. Абракітов.

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, В. Е. Абракітов, 2021
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021

ЗМІСТ

ЛЕКЦІЯ 1 Небезпеки радіаційного походження. Вплив радіації на здоров'я людини.....	5
1.1 Види випромінювання.....	5
1.2 Основні показники радіоактивності.....	9
1.3 Вплив іонізуючого випромінювання на живі організми.....	12
ЛЕКЦІЯ 2 Природна радіоактивність. Основні джерела радіаційного забруднення навколишнього середовища.....	17
2.1 Природна радіоактивність.....	17
2.2 Основні джерела радіаційного забруднення навколишнього середовища.....	20
2.3 Загальна характеристика та уражаючі фактори ядерної зброї...	25
2.4 Будова ядерного реактора.....	28
2.5 Класифікація ядерних енергетичних установок.....	31
ЛЕКЦІЯ 3 Радіаційні аварії та їх наслідки. Теоретичні основи ліквідації наслідків радіаційних аварій. Нормування радіаційної безпеки.....	35
3.1 Радіаційні аварії.....	35
3.2 Нормування радіаційної безпеки.....	36
3.3 Планування заходів захисту населення.....	43
ЛЕКЦІЯ 4 Теоретичні основи ліквідації наслідків хімічних аварій. Методи визначення та знешкодження токсичних органічних речовин.....	48
4.1 Визначення аварійно хімічно небезпечних речовин.....	48
4.2 Класифікація хімічно небезпечних об'єктів.....	51
4.3 Характеристика фізико-хімічних властивостей аварійно хімічно небезпечних речовин.....	51
4.4 Токсичні властивості аварійно хімічно небезпечних речовин....	53
4.5 Характер можливих хімічних надзвичайних ситуацій.....	65
4.6 Організація ліквідації наслідків хімічних небезпечних надзвичайних ситуацій.....	70
ЛЕКЦІЯ 5 Основні відомості про біологічні небезпеки в умовах надзвичайних ситуацій мирного та воєнного часу. Методи протидії біологічній небезпеці.....	75
5.1 Поняття про біологічний терористичний акт та класифікація біологічних агентів.....	75
5.2 Диверсійний метод застосування біологічних агентів і вибухи на об'єктах біотехнологічній промисловості.....	78
5.3 Медико-санітарна характеристика епідемічних вогнищ, що виникають при біологічних терористичних актах.....	80
5.4 Режимно-обмежувальні заходи в зонах поразки при біологічних терористичних актах.....	85
5.5 Склад і структура спеціалізованих санітарно-епідеміологічних формувань.....	86
ЛЕКЦІЯ 6 Методи та прилади радіаційної розвідки та контролю.....	88
6.1 Розвідка в інтересах захисту персоналу об'єктів та населення...	88

6.2	Методи, що застосовують в основі дозиметричних і радіометричних приладів.....	92
6.3	Класифікація дозиметричних приладів.....	94
6.4	Характеристики деяких приладів радіаційної розвідки та дозиметричного контролю.....	96
ЛЕКЦІЯ 7	Методи та прилади хімічної розвідки та контролю.....	107
7.1	Хімічна розвідка і контроль.....	107
7.2	Прилади хімічної розвідки та контролю, їх характеристики.....	109
ЛЕКЦІЯ 8	Методи та прилади біологічної розвідки і контролю.....	118
8.1	Біологічна (санітарно – епідеміологічна) розвідка.....	118
8.2	Сучасні засоби і методи індикації біологічних агентів в навколишньому середовищі.....	123
ЛЕКЦІЯ 9	Спеціальна обробка та її види.....	131
9.1	Мета та види спеціальної обробки, її організація та проведення.....	131
9.2	Розчини та речовини, що використовуються для спеціальної обробки.....	138
ЛЕКЦІЯ 10	Локалізація аварій, захист персоналу від уражень, будинків і споруд від руйнування.....	140
10.1	Основні терміни та визначення, що використовуються в ДНАОП 0.00-4.33-99.....	140
10.2	Локалізація і ліквідація аварійних ситуацій на системах газопостачання.....	142
10.3	Локалізація та ліквідація аварій на шахтах.....	144
10.4	Локалізація і ліквідація аварійних розливів нафти.....	147
10.5	Захист будинків і споруд від руйнування.....	151
ЛЕКЦІЯ 11	Поблочні моделі виникнення і розвитку аварій. Технічні засоби та послідовність аварійного вимкнення технологічних блоків.....	154
11.1	Загальні відомості про ПЛАС.....	154
11.2	Аналіз небезпеки підприємства (об'єкта).....	157
11.3	Вимоги до складання оперативної частини плас для аварій на рівнях «А» і «Б».....	159
11.4	Вимоги до складання оперативної частини плас для аварій на рівні «В».....	163
ЛЕКЦІЯ 12	Методи і послідовність локалізації аварій при різних схемах їх розвитку.....	166
12.1	Способи і технології локалізації аварій на комунально-енергетичних мережах.....	166
12.2	Локалізація аварій на електромережах.....	171
ЛЕКЦІЯ 13	Класифікація засобів захисту. Засоби індивідуального та колективного захисту працівників. Порядок забезпечення ними працівників.....	180
13.1	Засоби індивідуального захисту.....	180
13.2	Колективні засоби захисту від сильнодіючих отруйних речовин.....	205
	Список рекомендованих джерел.....	215

ЛЕКЦІЯ 1

НЕБЕЗПЕКИ РАДІАЦІЙНОГО ПОХОДЖЕННЯ. ВПЛИВ РАДІАЦІЇ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ.

Питання для розгляду на лекції:

1.1 Види випромінювання.

1.2 Основні показники радіоактивності.

1.3 Вплив іонізуючого випромінювання на живі організми.

1.1 Види випромінювання

Усі речовини, які існують у природі або виготовлені штучно, прийто поділяти на прості та складні. Прості речовини складаються з атомів одго і того ж самого елемента (водень, залізо, уран тощо), складні речовини – з молекул. Молекули, у свою чергу, складаються також з атомів. Так, до складу молекули води входять два атоми водню та один атом кисню (H_2O), а до складу молекули тротилу – 7 атомів вуглецю, 6 атомів кисню, 5 атомів водню і 3 атома 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 становиться 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 становиться 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 і того самого хімічного елемента і 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*.

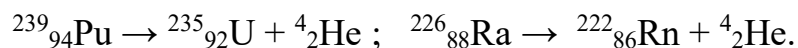
Радіоактивність – це здатність ядер деяких хімічних елементів спонтанно перетворюватися в ядра інших хімічних елементів з виділенням енергії у виді іонізуючого випромінювання.

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

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

Альфа-випромінювання являє собою 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.

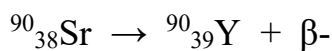
Унаслідок альфа-розпаду початкове ядро перетворюється у нове ядро з атомним номером на 2 одиниці і масовим числом на 4 одиниці менше початкового.



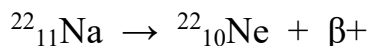
Проникаюча здатність альфа-частинок є невеликою. Довжина їх пробігу в повітрі становить 2,5 см, а у біологічній тканині – 0,003 мм. При зовнішньому опроміненні значної небезпеки для людини вони не становлять. Однак ця небезпека стає великою в разі проникнення альфа-частинок всередину організму. Пов'язано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

Бета-випромінювання являє собою потік негативно (β^-) або позитивно (β^+) заряджених частинок (потік електронів або позитронів). Вони є легшими за альфа-частинки і мають проникаючу 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, яке супроводжується утворенням і викиданням з ядра електрона; заряд ядра і його порядковий номер збільшуються на одиницю.

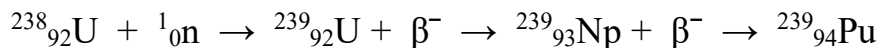


При позитронному бета-розпаді відбувається перетворення протона у нейтрон, яке супроводжується утворенням і викиданням з ядра позитрона; заряд ядра і його порядковий номер зменшуються на одиницю.



Нейтронне випромінювання – потік нейтральних частинок, що не несуть електричних зарядів, проникаюча здатність яких є дуже високою: вони можуть вільно проникати крізь тіло людини і більш щільне 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 і 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 і більша його проникаюча здатність. Рентгенівські промені можна розглядати як гамма-промені низьких енергій, які не виходять з радіоактивного атома, – їх одержують штучно.

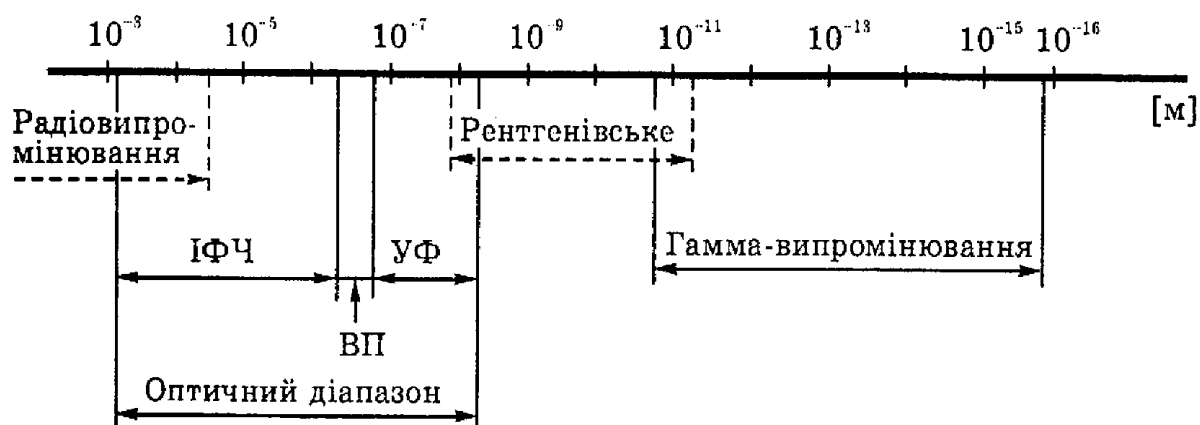


Рисунок 1.1 – Спектр електромагнітних коливань:
ІФЧ – інфрачервоне випромінювання; УФ – ультрафіолетове випромінювання; ВП – видимі промені

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

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

Рентгенівське і 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 являє собою гамма-промені і нейтрони, а при внутрішньому опроміненні (при попаданні радіоактивних речовин (далі – РР) усередину організму) – альфа- і бета-частинки.

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

Далі через час порядку 10^{-14} с настає розпад складеного ядра, що може йти двома шляхами: або надлишкова енергія виділяється у виді γ -випромінювання і ядро переходить в основний стан, тобто має місце реакція радіаційного захоплення нейтрона, або (приблизно в 6 разів частіше) надлишкова енергія приводить до деформації ядра з утворенням перетягання. Частини ядра починають рухатися, і в результаті перевищення кулонівських сил відштовхування над силами ядерного притягання ядро розривається по перемичці на два нових ядра – осколки поділу: – важкий і легкий, які являють собою ядра різних нуклідів, що знаходяться в середній частині Періодичної системи елементів. Осколки розлітаються з великою швидкістю, на їхню частку припадає близько 80 % енергії, що виділяється у процесі поділу. Рухаючись в речовині, осколки 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 γ -кванти. Нейтрони і γ -кванти, що випускаються збудженими ядрами, називаються миттєвими.

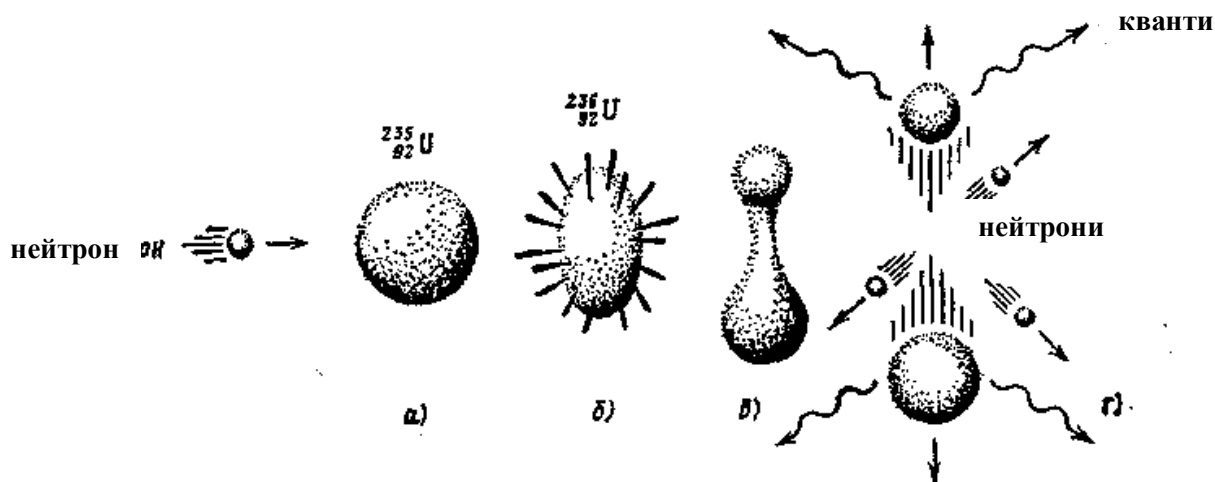


Рисунок 1.2 – Основні стадії процесу поділу ядра ^{235}U

Після гальмування нові ядра перетворюються в нейтральні атоми, що називають *продуктами зподілу*. Таким чином, 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, у свою чергу, викликають поділ наступних атомних ядер нукліда і т.д. Таке перетворення атомних ядер нукліда називають ланцюговим процесом поділу.

При діленні вивільнюється велика кількість енергії (200 MeV 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 числа поглинених при діленні.

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

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

що еквівалентно тій енергії, яку можна одержати від згоряння приблизно 1800 тонн бензину або 2500 тонн кам'яного вугілля.

Ланцюгова реакція поділу на швидких нейтронах (при $E > 10^5$ ев) може мати місце тільки у системі, що працює на високозбагаченому паливі, ступінь збагачення якого 20–30 %, що більш 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}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 являє собою 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}U , до теплових енергій ($E \sim 0,025$ ев). Ефективними сповільнювачами нейтронів є легкі речовини, маса ядер яких у незначній мірі відрізняється від маси нейтрона. Такими властивостями володіють вуглець (графіт), важка вода, берилій або окис берилію, що і 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}U урану.

1.2 Основні показники радіоактивності

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

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

$$N(t) = N(0) \cdot \exp(-\lambda t),$$

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

$N(0)$ – кількість радіоактивних атомів у початковий момент часу;

λ – стала радіоактивного розпаду, що показує, яка частина загальної кількості атомів розпадається за одиницю часу, 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 і коливається від часток секунди до кількох мільярдів років, наприклад для: РН – ^{238}U – $4,5 \cdot 10^9$ років, для ^{90}Sr – 28 років, для ^{131}I – 8 діб, для ^{27}Mq – 9,46 сек.

Між $T_{1/2}$, і λ існує прямий зв'язок: $\lambda = \ln 2 / T_{1/2} = 0.693 / T_{1/2}$.

Отже, закон радіоактивного розпаду може мати такий вигляд:

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

З даного виразу можна зробити такі практичні висновки: через час $t = 5T_{1/2}$ залишається 3,12 % РН, а через $t = 10 T_{1/2}$ 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:

$$A = dN / dt; \quad dN / dt = -\lambda \cdot N; \quad A = \lambda \cdot N = 0.693 \cdot N / T_{1/2}$$

Чим більше радіоактивних перетворень зазнають атоми даного 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 сек, 14,3 доби, та $7,1 \cdot 10^8$ років відповідно), то найбільш активними 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): 1 Бк = 1 розп./сек.

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

$$1\text{Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк} = 2,2 \cdot 10^{12} \text{ розп./хв};$$

$$1 \text{ Бк} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ки}.$$

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 і поверхневої активності, що являють собою відношення кількості розпадів РН, вираженої в кюри, бекерелях або їх похідних, до одиниці маси, об'єму або площі поверхні (Ки/кг , Ки/м^3 , Ки/м^2).

Поглинута доза – основна фізична величина, прийнята для оцінки впливу ІВ на об'єкти живої і неживого походження; 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, $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$. Позасистемною одиницею є *рад* – така поглинута доза, при якій 1 г речовини поглинає енергію в 100 ергів незалежно від виду енергії випромінювання.

$$1 \text{ рад} = 100 \text{ ерг/г} ; \quad 1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}.$$

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

За одиницю експозиційної дози в системі СІ прийнято *кулон на кілограм* (Кл/кг). Це така доза рентгенівського і 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^3 сухого атмосферного повітря за нормальних умов ($t = 0^\circ\text{C}$ і $P = 101,3 \text{ кПа}$) 2,58 мільярда пар іонів:

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

Для порівняння різних видів іонізуючого випромінювання (далі – ІВ) за їх 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, введено 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:

$$D_{\text{екв}} = Q \cdot D_{\text{погл.}}$$

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, $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} / Q$.

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 і один рад гамма-випромінювання, тобто $1 \text{ бер} = 1 \text{ рад} / Q$, а $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$.

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 – ДЕЕД.

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

$$D_{\text{ЕЕД}} = \sum W_T \cdot D_{\text{ЕКВТ}}.$$

Коефіцієнти порівняння W_T дозволяють вирівнювати ризик наслідків опромінення незалежно від того, рівномірно чи нерівномірно опромінюється тіло. Коефіцієнти W_T характеризують відношення ризику опромінення даного 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	Щитовидна 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 щитовидної залози в 100 бер відповідає $\text{ЕЕД} = 5$ 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 і являє собою приріст дози за одиницю часу: $P = \Delta D / \Delta t$.

1.3 Вплив іонізуючого випромінювання на живі організми

Усі види ІВ справляють дуже руйнівну дію на живий організм. При вивченні дії ІВ на організм було виявлено такі особливості:

1. Радіація не має смаку і запаху, її не можна побачити і 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. *some* – «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 виділяють такі РН ті, 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 і 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).

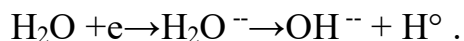
Значення напівлетальної дози LD_{50} , від якої протягом 30 діб гине 50 % людей, що зазнали одноразового опромінення, складає близько 3–5 Зв.

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: $H_2O \rightarrow H_2O^+ + e^-$. Позитивний іон води відразу ж розпадається з утворенням вільного радикала OH° :



а вибитий електрон e захоплюється іншою молекулою води, у результаті утворюється негативний іон води, який розпадається з утворенням радикала H° :



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

Вільні радикали води H° , OH° , HO_2° , $H_2O_2^\circ$, 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. У результаті порушуються обмінні процеси, пригнічується активність ферментних систем, сповільнюється і 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 і спинного мозку). Починається переродження клітин.

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

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 та ін.), 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 $0,001^\circ\text{C}$. Це теплова енергія склянки гарячого чаю. Саме іонізація і 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, у тому числі 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* відносяться гостра і хронічна променеві хвороби (ПХ), локальні променеві ураження організму.

Установлено, що при одноразовому рівномірному гамма-опроміненні всього тіла (доза до $0,25\text{ Зв}$) не можна виявити якихось змін у стані здоров'я людини. При еквівалентній дозі $0,25\text{--}0,5\text{ Зв}$ 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 променевої хвороби розвиваються при дозах одноразового опромінення вище 1 Зв.

Розрізняють 4 ступені гострої променевої 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, зазвичай, зберігається. Смертельний кінець відсутній.

2-й ступінь – середньої важкості (2–4 Зв) – протягом перших двох-трьох діб спостерігається бурхлива первинна реакція організму (нудота і 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 (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 дозволяє 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 викликають ПХ, але в сумі набагато більшими за гранично допустимі; її ознаками є зміни складу крові (недокрів'я) і ряд 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.

При попаданні РР усередину організму людина зазнає постійного опромінення до того часу, поки РР не виведеться з організму в результаті розпаду або фізіологічного обміну. Це опромінення є дуже небезпечним, тому що викликає 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 і шляхом абсорбції через здорову шкіру.

Найбільш небезпечним є перший шлях, оскільки об'єм споживаного повітря становить $20 \text{ м}^3/\text{добу}$, 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 і виходять із сечею.

У літніх людей відновні процеси сповільнені, мають меншу ефективність, що і 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 2

ПРИРОДНА РАДІОАКТИВНІСТЬ. ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Питання для розгляду на лекції:

2.1 Природна радіоактивність.

2.2 Основні джерела радіаційного забруднення наколишнього середовища.

2.3 Загальна характеристика та уражаючі фактори ядерної зброї.

2.4 Будова ядерного реактора.

2.5 Класифікація ядерних енергетичних установок.

2.1 Природна радіоактивність

До природних джерел радіоактивності (радіаційного фону) належать:

– космічні випромінювання;

– натуральні джерела радіоактивності.

Космічне випромінювання пов'язане із сонячними спалахами. Воно відіграє важливу роль за межами земної атмосфери, а біля поверхні землі мало впливає на дозу випромінювання через порівняно низьку енергію.

Розрізняють первинне і вторинне космічне випромінювання.

Первинне космічне випромінювання більш ніж на 90 % становиться з протонів високих енергій. Крім них, до складу входять альфа-частинки, нейтрони, ядра атомів різних елементів та інші частинки. Вступаючи у взаємодію з атмосферою Землі, ці частинки проникають до висоти 20 км над рівнем моря і утворюють вторинне високо енергетичне випромінювання, яке становиться з мезонів, нейтронів, протонів, електронів, фотонів тощо.

Інтенсивність космічного випромінювання залежить від сонячної активності, географічного розташування об'єкта і висоти над рівнем моря.

Залежність від широти пояснюється тим, що Земля, подібно до гігантського магніту, відхиляє заряджені частинки, які проходять повз планети, від свого шляху і вони збираються у вигляді воронки біля полюсів, закручуючись відповідно до напрямку силових ліній прямо над геомагнітним полюсом (пояснення феномена полярного сяйва, що виникає при проходженні інтенсивних космічних променів біля полюсів). Інтенсивність космічного випромінювання зберігається відносно постійною на географічній широті між $\pm 15^\circ$ по обидва боки від екватора, а далі в міру руху до північної або південної широти $\pm 50^\circ$ швидко зростає, після чого знову залишається практично незмінною аж до полюсів.

Отже, області поблизу екватора, які знаходяться на рівні моря, одержують найменшу дозу космічного випромінювання – близько 0,35 мЗв за рік. У географічних областях на широті 50° доза космічного випромінювання становить близько 0,5 мЗв за рік. Таку дозу отримують жителі, що проживають

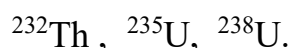
поблизу даної широти, – такі міста як Лондон, Нью-Йорк, Токіо, Торонто, Москва, Київ, Харків, Львів, Одеса.

Потужність еквівалентної дози (далі – ПЕД) космічного випромінювання значною мірою залежить від висоти над рівнем моря, зростаючи з висотою. На вершині Евересту ($H = 8848$ м) – у найвищій точці земної поверхні, – еквівалентна доза космічного випромінювання становить близько 8 мЗв за рік.

В орбітальному польоті на висоті 200–400 км потужність дози всередині корабля в 100 разів і більше є вищою, тобто за рік космонавти одержують 0,1–0,15 Зв. Рекордну дозу опромінює (0,16 Зв) одержали американські космонавти у польоті на орбітальній станції «Скайлеб» ($H = 433$ км). Допустима доза піврічного космічного польоту в СРСР була прийнята рівною 0,37 Зв.

Натуральні джерела радіоактивності – це більше 60 природних радіонуклідів (РН) у біосфері Землі, які можна розділити на три групи.

Перша група – природні радіоактивні ряди довго зберезуваних(існуючих) РН, які входять до складу Землі з часу її утворення. Відомі три природні радіоактивні ряди, які починаються, відповідно, з РН:



У цих природних радіоактивних рядах кожний наступний нуклід виникає в результаті альфа- або бета-розпаду попереднього.

У природі уран має три ізотопи: $^{238}_{92}\text{U}$ (вміст 99,275 %), $^{235}_{92}\text{U}$ (вміст 0,72 %), $^{234}_{92}\text{U}$ (вміст 0,0054 %). Усі ці ізотопи урану є радіоактивними, довільно розпадаються з випромінюванням альфа-частинок.

Друга група – РН, що не утворюють радіоактивного ряду і генетично не пов'язані з ним. До цієї групи відносять такі довго живучі РН (^{40}K , ^{87}Rb , ^{40}Ca , ^{130}Te , ^{138}La , ^{147}Sm), що мають періоди напіврозпаду від 10^7 до 10^{15} років.

Третя група – космогенні РН, які безперервно виникають у біосфері в результаті ядерних реакцій під впливом космічних випромінювань. Космогенні РН утворюються переважно в атмосфері в результаті взаємодії протонів і нейтронів з ядрами азоту, кисню і аргону, а далі потрапляють на земну поверхню з атмосферними опадами. До них відносяться ^3H , ^{14}C , ^7Be , ^{22}Na , ^{26}Mg , ^{32}P , ^{35}S , ^{39}Ar – усього 14 РН. Помітний внесок у дозу опромінення роблять ^3H , ^7Be , ^{14}C і ^{22}Na . При цьому ^3H і ^{14}C – це джерела внутрішнього опромінення, а основними джерелами зовнішнього опромінення є ^7Be , ^{22}Na і ^{24}Na .

Опромінення людини всіма зазначеними природними РН може бути зовнішнім і внутрішнім.

Зовнішньому гамма-опроміненню людина піддається у приміщеннях і поза ними (будівлями). Опромінення поза приміщеннями зумовлене наявністю РН у різних природних середовищах (приземному повітрі, ґрунті, гідросфері і біосфері).

Основний внесок у дозу зовнішнього гамма-опромінення поза приміщеннями роблять гамма-РН урано-радієвого і торієвого рядів, а також калій-40. При цьому головними джерелами зовнішнього гамма-опромінювання у повітрі торієвої серії РН є торій-238 і радій-224, а в урановому ряду 99 % дози визначається гамма-випромінюванням свинцю-214 і вісмуту-214.

Так щорічна доза, яку отримує населення від РН, що знаходяться в зовнішньому середовищі становить від 0,32 до 0,82 мЗв, залежно від умов місцевості.

Проведені в СРСР (1964–1965) дослідження засвідчили, що навіть у різних містах доза опромінення. Яку одержує населення, є різною. Так, середньорічна еквівалентна доза зовнішнього фонових опромінення населення без космічного опромінення становить:

- у Севастополі – $0,45 \pm 0,03$ мЗв;
- у Кишиневі – $0,60 \pm 0,02$ мЗв;
- у Сочі, Якутську – $0,7 \pm 0,06$ мЗв;
- у Москві – $0,9 \pm 0,05$ мЗв;
- у Києві – $0,95 \pm 0,03$ мЗв;
- у Львові, Мінську, Вільнюсі – $1 \pm 0,06$ мЗв;
- у Алма-Аті – $1,6 \pm 1$ мЗв.

При цьому потужність дози всередині будівель у всіх цих містах перевищує потужність дози поза приміщеннями на 16–46 %, виняток становить Севастополь, де потужність цих доз є практично однаковою.

Пояснюється це просто: у гранітах урану в 2–3 рази, а торію – у 3–10 разів більше, ніж у вапняках.

Внутрішнє опромінення людини створюється РН, що потрапляють в організм разом із їжею, повітрям і водою. З них найбільший внесок в ефективну еквівалентну дозу роблять ^{40}K , ^{14}C , ^{87}Rb , ^{210}Po , ^{226}Ra , а також радон-222 і радон-220, який створює близько 75 % випромінювання.

Радон надходить до організму при диханні разом із повітрям. Він є продуктом розпаду радію, який, у свою чергу, повсюди міститься у ґрунті, стінах будівель та інших об'єктах зовнішнього середовища. Основна частина опромінення спричинена не самим радоном, а продуктами його розпаду.

Радон – це невидимий важкий газ, який не має ні смаку, ні запаху (у 7,5 разу важчий за повітря). При розпаді випромінює альфа-частинки. Радон вивільнюється із земної кори повсюди. Концентрація його в закритих приміщеннях, зазвичай, у вісім разів є вищою, ніж на вулиці, а на верхніх поверхах нижчою, ніж на першому. Джерелами надходження радону є будівельні матеріали, вода і природний газ.

При кип'ятінні радон випаровується, у сирій воді його набагато більше. Основну небезпеку викликає його попадання в легені з водяною парою. Найчастіше це відбувається у ванній кімнаті, коли людина приймає гарячий душ. Під землею радон змішується з природним газом, який потім використовується в побутових газових плитах, і, таким чином, попадає у приміщення. Концентрація його значно збільшується за відсутності надійних витяжних систем.

За американськими даними, середня концентрація радону в різних приміщеннях квартири становить в $\text{кБк} \cdot \text{м}^{-3}$: у ванній кімнаті – 8,5; кухні – 3,0; жилих кімнатах – 0,2. За даними Наукового комітету з атомної енергетики ООН, концентрація радону разом з продуктами його розпаду всередині будівель приблизно у 25 разів перевищує середній рівень у зовнішньому повітрі. Радон, потрапляючи в організм, відразу ж уражає залози внутрішньої секреції, гіпофіз, кору надниркових залоз. Це викликає задишку, серцебиття, мігрень, тривожний стан, безсоння. Іноді розвиваються злоякісні пухлини в легенях, печінці, селезінці.

Український науковий центр радіаційної медицини стверджує, що близько 70 % – 75 % дози опромінення населення України від усіх джерел природної радіоактивності припадає на радон. «Винним» є Український щит – тектонічна структура, яка проходить із півночі на південь посередині України і займає близько 30 % усієї території. Становиться щит і з гранітів та інших кристалічних порід, що характеризуються підвищеною радіоактивністю.

На планеті є місця, де рівні радіаційного фону є підвищеними внаслідок значних покладів радіоактивних мінералів. Виявлено п'ять основних населених місць, які мають істотно збільшений природний рівень радіації через певний склад ґрунту і гірських порід. Це Бразилія, Франція, Індія, острів Ніуе (Тихий океан) та Єгипет.

У ряді місць Бразилії, головним чином у прибережних смугах, кожна з яких має довжину в кілька кілометрів і ширину в кілька сотень метрів, потужність випромінювання з ґрунту і скельних порід становить $5 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$.

Приблизно 1/6 частина населення Франції проживає в районах, де скельні породи представлені переважно гранітом, унаслідок чого радіаційний фон підвищений і потужність дози становить 1,8–3,5 мЗв на рік.

В індійських штатах Керала і Мадрас прибережна зона довжиною 200 км і завширшки в декілька сотень метрів відома як область інтенсивного випромінювання, унаслідок чого 100 000 людей одержують за рік дозу, яка в середньому дорівнює 13 мЗв. Це найвищий рівень природного радіаційного фону, якого зазнає сучасна людина.

Аномальні райони в Україні: міста (селища) Хмільник, Миронівка, Жовті Води, а також Дніпропетровська, Кіровоградська і Миколаївська області, де знаходяться рудники з видобування урану. У цих місцях рівні природного фону в десятки і сотні разів є вищими, ніж на іншій території.

2.2 Основні джерела радіаційного забруднення наколишнього середовища

Відкриття рентгенівських променів стало початком ери практичного використання людиною **штучних джерел ІВ**, що створило реальні умови додаткового понадфонового опромінення.

У результаті господарської діяльності людини в навколишньому середовищі з'явилися поряд 1 500 штучних РН, а кількість стійких (нерадіоактивних) нуклідів дорівнює 260.

На цей час в Україні існує до 8 тис. підприємств і організацій, які використовують близько 100 тис. джерел ІВ.

До основних штучних джерел радіоактивних забруднювачів відносять:

- застосування РН у народному господарстві (у різних галузях промисловості і сільському господарстві) і в побуті;
- уранова і радіохімічна промисловість, підприємства ядерної енергетики;
- ядерні вибухи при випробуваннях ядерної зброї;
- застосування РН у медицині.

Про те, наскільки глибоко в побут людини ввійшла радіація, свідчать такі фактори:

- для одержання стійкої фарби на банкнотах застосовується вуглець-14;
- для одержання гарної жовтої емалі на кераміці або коштовних прикрасах застосовують уран;
- для додання блиску штучним фарфоровим зубам широко використовують уран і цезій; вони можуть бути джерелами опромінення тканин порожнини рота, тому рекомендується припинити їх застосування;
- уран і торій використовують при виробництві оптичного скла, керамічного і скляного посуду;
- при виробництві люмінофорів використовують радіоактивні матеріали;
- солі радію використовують при виготовленні фарб, які мають властивість світитися; такі фарби наносять на циферблати і стрілки годинників, застосовують у прицільних пристроях, у театрі, рекламі тощо.

Найбільш поширеним побутовим опромінювачем є годинники з циферблатом, що світиться. Вони дають річну дозу, яка перевищує в 4 рази ту, що виникає внаслідок викидів на АЕС. Нині вживаються заходи щодо заміни радію іншими речовинами, щоб значно знизити опромінення в різних показниках, компасах, прицілах, багатьох інших приладах, що світяться;

– джерелом рентгенівського випромінювання є кольоровий телевізор. Так, при перегляді одного хокейного матчу людина одержує опромінення 0,01 мЗв. Якщо дивитися передачі протягом року щоденно по 3 години – 0,05 мЗв;

– рентгенівські апарати використовують в аеропортах для перевірки багажу пасажирів;

– при польоті на висоті 12 км за 7 год. 25 хв. (Нью-Йорк – Париж) пасажир одержує дозу 0,05 мЗв; таку саму дозу пасажир одержує під час перельоту Київ – Хабаровськ (0,04–0,05 мЗв). Льотчики та інші члени екіпажів реактивних лайнерів, які здійснюють регулярні перельоти через Атлантику або через континент, можуть накопичувати дозу опромінення понад 5 мЗв. Тому для них становиться спеціальний розклад польотів;

– пожежні димові детектори містять радій або плутоній. У США до кінця 1980 р. було встановлено більше 26 млн. таких детекторів;

– підвищену радіоактивність мають фосфорні добрива, які містять, наприклад, радію і урану до 70 Бк/кг у кольському апатиті і 400 Бк/кг у фосфориті, які часто є носіями радіоактивного забруднення ґрунтів і ґрунтових вод. Радіоактивними є також азотні і калієві мінеральні добрива.

Останнім часом з'явилася серйозна небезпека радіоактивного забруднення навколишнього середовища, у зв'язку з використанням радіоактивних джерел у космічних дослідженнях. На космічних кораблях використовують бортові атомні електростанції, у системі ПРО – рентгенівський лазер з ядерним накачуванням, різного роду прискорювачі елементарних частинок.

У червні 1969 р. в результаті аварії американського супутника сталося зараження атмосфери над Індійським океаном плутонієм-238; при цьому втриє збільшився вміст плутонію в навколишньому середовищі. У 1978 р. розвалився на частини радянський супутник «Космос-954». Залишки супутника із плутонієвим генератором було знайдено в північно-східних районах Канади.

Внаслідок згорання вугілля в ТЕС або житлових будівлях відбувається радіоактивне забруднення навколишнього середовища. У вугіллі містяться природні РН: калій-40, уран-238, торій-232 в рівновазі з їх продуктами розпаду. При згоранні вугілля відбувається концентрація РН у золі. Викид цих РН в атмосферу залежить від зольності вугілля й ефективності очисних фільтрів ТЕС. Фахівцями підраховано, що радіоактивні викиди ТЕС на порівнянних відстанях на 1–3 порядки є більшими, ніж від нормально працюючої АЕС.

Вважається, що населення, яке проживає в районі ТЕС (у радіусі 20 км), одержує за рік додаткову середню індивідуальну дозу опромінення до 0,06 мЗв (дивись таблицю 2.1).

Радіоактивне опромінення від викидів уранової, радіохімічної промисловості і підприємств ядерної енергетики. Для забезпечення роботи АЕС необхідне добування уранової руди, подрібнення і видобування з неї урану, переробка його у збагачене ядерне паливо, виготовлення паливних елементів (далі – ТВЕЛів) і використання їх у ядерних реакторах, переробка і поховання радіоактивних відходів.

Вказані стадії входять у так званий *ядерний паливний цикл* (далі – ЯПЦ). До них додається також транспортування радіоактивних матеріалів для забезпечення всіх цих стадій.

Уранова промисловість займається видобуванням, переробкою, збагаченням урану і виробництвом ядерного палива.

Радіохімічна промисловість займається переробкою ядерного палива. Відпрацьовані ТВЕЛі надходять на підприємство регенерації, де відбувається виділення урану і плутонію, а також продуктів поділу урану, які надалі можуть бути використані як джерела випромінювання.

На кожному з цих етапів є небезпека забруднення навколишнього середовища.

Основна стадія ЯПЦ – *виробництво енергії АЕС*. Ця ланка у значній мірі виділяється у всьому циклі, з точки зору проблем забезпечення радіаційної безпеки населення.

У результаті роботи АЕС утворюються радіоактивні відходи трьох типів: газоаерозольні, рідкі та тверді. У навколишнє середовище викидаються (після проходження систем очистки) тільки газоподібні і частково аерозольні та рідкі

відходи. Тверді відходи зберігаються на майданчику АЕС, а далі відправляються на поховання.

Значний внесок у забруднення біосфери роблять довгоіснуючі РН – вуглець-14, криптон-85, тритій-3 і йод-129, що містяться в газоаерозольних викидах.

Таблиця 2.1 – Одиниці радіоактивності та їх позначення

Одиниця та її символ	Міжнародна система одиниць СІ,			Позасистемні одиниці		
	назва	Позначення		Назва	Позначення	
		українське	міжнародне		українське	міжнародне
Активність (А)	Бекерель	Бк	Bs	Кюрі Розпад за секунду Розпад за хвилину	Ki розп/с розп/хв	Ci i/s i/min
Поглинена доза(Дп)	Грей	Гр	Gy	Рад	Рад	Rad, rd
Потужність поглиненої дози (Р)	Грей за секунду	Гр/с	Gy/s	Рад за секунду Рад за годину	Рад/с Рад/г	Rad/s Rad/h
Експозиційна доза (До)	Кулон на кілограм	Кл/кг	C/kg	Рентген	Р	R
Потужність експозиційної дози, (Ро)	Ампер на кілограм за секунду	A/kg/c	A/kg/s	Рентген за секунду Рентген за годину	Р/с Р/г	R/s R/h
Еквівалентна доза, Нр (Дек)	Зіверт	Зв	Sv	Біологічний еквівалент рада	бер	rem
Потужність еквівалентної дози, Нр/kg (Дек)	Зіверт на кілограм за секунду	Зв/Кг/с	Sv/ kq/s	Бер за секунду Бер за годину	Бер/с Бер/г	rem/s rem/h
Рентгенівське випромінювання			«X»			

Навіть населення, яке проживає в зоні 1–10 км від АЕС, одержує ефективні дози у 1 000 разів більші, ніж за рахунок природного радіаційного фону, тому середню ефективну дозу опромінення при нормально працюючій АЕС можна прийняти рівною 0,001 мЗв/рік.

Радіоактивне опромінення при медичних обстеженнях і радіотерапії. Використання ІВ і РР у медицині для діагностики і радіотерапії – це основне джерело штучного опромінення людей, що перевищує вплив усіх інших штучних джерел. Ці дози створюються при рентгенівській діагностиці людей,

діагностиці стану окремих органів (легенів, печінки, нирок, щитовидної залози та ін.) за допомогою радіоактивних препаратів, які вводяться всередину організму, а також радіаційної терапії з використанням радіоактивних джерел.

Індивідуальна доза на окремий критичний орган вимірюється десятками мілізівертів, в окремих випадках досягаючи навіть сотні мілізівертів за одну процедуру. За даними Наукового комітету ООН, ефективна еквівалентна доза від найбільш часто використовуваного ядерною медициною, з метою діагностики, РН технецію-99 знаходиться у межах від 1 до 10 мЗв(дивись таблицю 2.2).

Таблиця 2.2 – Співвідношення між одиницями вимірювання в дозиметрії

Одиниця та її символ	СІ – позасистемні	Позасистемні – СІ
Активність (А)	$1\text{бк} = 1\text{розп/с} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{кі}$ $1\text{бк} = 60\text{розп/хв}$	$1\text{кі} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{бк} =$ $= 2,22 \cdot 10^{12} \text{розп/хв}$ $1\text{розп/хв.} =$ $= 1,67 \cdot 10^{-2} \text{бк}$
Питома активність, (Апт)	$1\text{бк/м}^3 = 2,7 \cdot 10^{-14} \text{кі/л}$ $1\text{бк/м}^2 = 2,7 \cdot 10^{-13} \text{мккі/см}^2$	$1\text{кі/л} = 3,7 \cdot 10^{13} \text{бк/л} =$ $= 2,22 \cdot 10^{12} \text{розп/хв} \cdot \text{см}^2 =$ $= 3,7 \cdot 10^8 \text{бк/м}^2$ $1\text{розп/хв} \cdot \text{см}^2 = 167 \text{бк/м}^2$
Поглинена доза (Дп)	$1\text{мгр} = 0,1\text{рад}$ $1\text{гр} = 1\text{дж/кг} = 100\text{рад}$	$1\text{рад} = 0,01\text{гр}$
Потужність поглиненої дози (Рп)	$1\text{гр/с} = 1\text{вт/кг} = 100\text{рад/с}$ $1\text{гр/с} = 3,6 \cdot 10^5 \text{рад/г}$	$1\text{рад/г} = 2,78 \cdot 10^{-6} \text{гр/с}$
Експозиційна доза (Декс)	$1\text{кл/кг} = 3876\text{р}$	$1\text{р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{кл/кг}$
Потужність експозиційної дози (Рекс)	$1\text{А/кг} = 1,4 \cdot 10^7 \text{р/ч}$ $1\text{А/кг} = 3,28 \cdot 10^3 \text{р/с}$	$1\text{р/г} = 7,16 \cdot 10^{-8} \text{А/кг} =$ $= 2,78 \cdot 10^{-4} \text{р/с}$ $1\text{р/с} =$ $= 3,05 \cdot 10^{-4} \text{А/кг} = 3600 \text{р/г}$
Еквівалентна доза, (Декв)	$1\text{зв} = 1\text{дж/кг} = 100\text{бер}$	$1\text{бер} = 0,01\text{зв}$
Потужність еквівалентної дози (Рекв)	$1\text{зв/с} = 100\text{бер/с} = 3,6 \cdot 10^5 \text{бер/г}$	$1\text{бер/г} = 2,78 \cdot 10^{-6} \text{зв/с} =$ $= 2,78 \cdot 10^{-4} \text{бер/с} = 1\text{бер/с} =$ $0,01\text{зв/с} = 3600\text{бер/г}$

При рентгенографії пальців людина одержує місцеве разове опромінення – 0,6 мЗв; черепа – 8–60 мЗв; зубів – 30–50 мЗв; хребта – 16–147 мЗв; при рентгеноскопії грудної клітки – 47–95 мЗв; при рентгеноскопії шлунка – до 300 мЗв; при флюорографії легенів – 2–5 мЗв.

Персонал і хворі курортів, де лікують радоновими ваннами, одержують дозу опромінення порядку 300 мЗв/рік, що в шість разів перевищує встановлені міжнародні норми. У розвинених країнах на 1000 жителів потрібно від 300 до 900 обстежень на рік, не рахуючи рентгенологічних обстежень зубів і масової флюорографії. У середньому населення України внаслідок зазначених процедур одержує ефективну дозу опромінення всього тіла близько 1,8 мЗв/рік.

Таким чином, у сучасних умовах, за наявності високого природного радіаційного фону, при діючих технологічних процесах, при використанні радіоактивних препаратів у медичних цілях кожний житель України щорічно одержує ефективну еквівалентну дозу в середньому 4,75 мЗв (космічне випромінювання – 0,5 мЗв, природні натуральні джерела – 2,25 мЗв, штучні джерела – 0,2 мЗв, медичні джерела – 1,8 мЗв).

Індивідуальні річні дози опромінення можуть змінюватися в достатньо широких межах.

2.3 Загальна характеристика та уражаючі фактори ядерної зброї

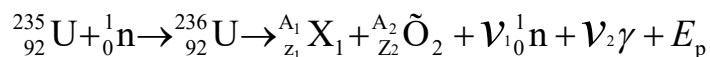
Ядерною зброєю називають зброю, уражаюча дія якої ґрунтується на використанні внутрішньоядерної енергії, яка виділяється внаслідок вибухових ядерних реакцій поділу або синтезу ядер елементів. Для того, щоб здійснити ядерний вибух необхідно визволити внутрішню ядерну енергію.

Здійснено два шляхи вивільнення цієї енергії:

- ділення важких ядер на більш легкі осколки (уламки);
- синтез легких ядер в одне більш важке.

Найбільш легко діляться ядра урану та плутонію.

Процес поділу ядра $^{235}_{92}\text{U}$:



Час тривання реакції – порядку 10^{-14} сек.

Уламки ділення являють собою близько 300 радіоактивних ізотопів з масовим числом від 70 до 160. При одному акті поділу виділяється в середньому 2,5 нейтрони з енергією порядку 1 МеВ і 7,4 гамма-кванта.

1 еВ – це кінетична енергія електрона, якої він набуває в електричному полі з різницею потенціалів у 1 В.

$$1 \text{ МеВ} = 10^6 \text{ ЕВ} = 4,45 \cdot 10^{-20} \text{ кВт} / \text{год.}$$

В одному кг урану міститься $2,56 \cdot 10^{24}$ ядер.

Отже, при поділі 1 кг урану виділяється енергія:

$$W = 2,56 \cdot 10^{24} \cdot 200 \cdot 4 \cdot 45 \cdot 10^{-20} = 22,8 \cdot 10^6 \text{ кВт} = 2 \cdot 10^{10} \text{ кКал},$$

що еквівалентна енергії, яка утворюється під час вибуху 20 тис. т тротилу.

Основною умовою підтримання ланцюгової ядерної реакції (ЛЯР) є умова, щоб при кожному акті поділу виділялося не менше одного нейтрона, що викликає ділення інших ядер, а для цього речовина, що ділиться, повинна мати масу, не меншу за певну величину. Мінімальна маса речовини, що ділиться, даного складу, форми і густини, в якій можливе протікання ЛЯР, називається **критичною масою**. Критична маса залежить від типу речовини, що ділиться, від форми ядерного заряду, його густини та чистоти.

Атомні заряди. За принципом переведення речовини, що зазнає поділу, в надкритичний стан атомні заряди поділяються на заряди пушкового та імпульсивного типів.

В зарядах пушкового типу дві або більше частини речовини, що зазнає поділу, маса кожної з яких є меншою за критичну, швидко з'єднуються одна з іншою в надкритичну масу в результаті вибуху звичайної вибухової речовини (ВР). Перевагою є те, що можливе утворення зарядів малих розмірів та високої стійкості до впливу механічних навантажень (снаряди, міни). В зарядах імпульсивного типу речовина, яка ділиться, що має за нормальної густини масу, меншу за критичну, переводиться у надкритичний стан підвищенням її густини в результаті всебічного обтискання за допомогою вибуху звичайної ВР.

Термоядерні заряди. Основними елементами є термоядерне паливо і атомний заряд – ініціатор реакції синтезу.

Для характеристики енергії вибуху ядерного заряду часто використовують поняття «потужність», яку прийнято кількісно оцінювати тротилівим еквівалентом.

Тротилівий еквівалент ядерних боєприпасів – це маса тротилу, енергія вибуху якого дорівнює енергії, яка виділяється під час повітряного вибуху ядерного засобу (ЯЗ). Він виражається у тонах. За потужністю вибуху ядерні боєприпаси (ЯБ) умовно поділяються на:

надто малі $q < 1$ [кт];

малі $1 \leq q < 10$ [кт];

середні $10 \leq q < 100$ [кт];

великі $100 \leq q < 1000$ [кт];

надто великі $q \geq 1000$ [кт].

Види ядерних вибухів.

У зв'язку з тим, що навколишнє середовище впливає на характер фізичних процесів, які супроводжують вибух, ядерні вибухи поділяють на:

висотні – ($H > 10$ км): космічні $H > 80$ км та стратосферні $H = 10-80$ км;

повітряні – ($3,5\sqrt[3]{q} \leq H \leq 10$ км);

наземні – ($0 \leq H \leq 3,5\sqrt[3]{q}$ км);

підземні – ($H < 0$).

При ланцюговій ядерній реакції (ЛЯР), яка триває $0,1-1$ мкс, виділяється речовина з температурою 10^6-10^7 К і під тиском $P = 10^9$ кгс/см². Під час вибуху ядерне паливо відразу перетворюється у плазму гамма-випромінювання, і нейтрони, які випускаються при поділі ядра, частково поглинаються оболонкою боєприпасу, частково виходять за її межі й утворюють могутній потік гамма-випромінювання і нейтронів, який називають *проникаючою радіацією (ПР)*. Високотемпературна плазма є джерелом електромагнітних випромінювань (ЕМВ), основна доля яких припадає на м'яке рентгенівське випромінювання. Під час вибуху в атмосфері гамма-випромінювання і ПР із зони реакції розповсюджуються в навколишнє середовище на відстань 6–8 км, іонізує навколишнє середовище, утворюючи потік швидких електронів, які летять

переважно у радіальному напрямку. У результаті цього на деякий час у просторі виникає поділ позитивних і негативних зарядів, що призводить до виникнення електричних і магнітних полів (далі – ЕМІ).

Таким чином, в результаті ядерного вибуху у щільних шарах атмосфери виникають наступні уражаючі фактори:

- ударна хвиля, на яку припадає до 50 % загальної енергії вибуху;
- світлове випромінювання (35 % загальної енергії);
- проникаюча радіація (5 % енергії);
- електромагнітне випромінювання (далі – ЕМВ);
- радіоактивне зараження місцевості РЗМ (10 % енергії).

Повітряна ударна хвиля. Ударною хвилею називається різке стиснення середовища, що розповсюджується з надзвуковою швидкістю. Ударні хвилі при ядерному вибуху (ЯВ) можуть виникати у повітрі, ґрунті та воді. *Повітряна ударна хвиля* – різке стиснення повітря, що розповсюджується з надзвуковою швидкістю. Для захисту від ударної хвилі необхідно використовувати міцні природні екрани (захисні властивості місцевості), заглиблення і герметичні (захисні) споруди, стійкі до ударних навантажень.

Світлове випромінювання (далі – СВ). СВ являє собою електромагнітне випромінювання, спектр якого охоплює ультрафіолетову (далі – УФ), видиму та інфрачервону області спектра ($\lambda = 0,01 \dots 1000$ мкм) : (УФ – 13 %, видима – 45 %, інфрачервона – 42 %). Джерелом світлового випромінювання є область свічення ядерного вибуху, яка у випадку повітряного вибуху становиться з розжарених газів повітря та пари боєприпасів. Швидкість розповсюдження СВ – 300 000 км/с. СВ викликає опіки шкіряного покриву і як наслідок, термічні ураження.

Проникаюча радіація (ПР). ПР – потік гамма-променів та нейтронів, що випускаються із зони ядерної реакції, області свічення та хмари вибуху. Проникаючими ці випромінювання названо тому, що, на відміну від СВ, вони проникають і через непрозорі матеріали, включаючи ґрунт, бетон, сталь тощо.

На долю ПР припадає – 5 % енергії ЯВ, а у нейтронних – 25 %. Час дії на наземні об'єкти – 10–25 с, відстань – 1,5–6 км від центра вибуху. Зі збільшенням висоти вибуху радіус дії ПР збільшується до сотень кілометрів.



Рисунок 2.1 – Вражаючі фактори ядерного вибуху

Електромагнітне випромінювання. Ядерні вибухи в атмосфері та більш високих шарах призводять до виникнення потужних електромагнітних полів із довжинами хвиль від 1 до 1000 м та більше. Ці поля, у зв'язку з їх коротким часовим існуванням прийнято називати *електромагнітним імпульсом (ЕМІ)*. Уражаюча дія ЕМІ обумовлена виникненням напруги і струмів у провідниках різної протяжності, розташованих у повітрі, на землі та техніці.

Радіоактивне зараження місцевості, приземного шару атмосфери, повітряного простору, води та інших об'єктів виникає внаслідок випадання радіоактивних речовин із хмари ядерного вибуху.

2.4 Будова ядерного реактора

Ядерний реактор – пристрій, в якому здійснюється керована ланцюгова реакція поділу ядер у заданих умовах (рис. 2.2).

Активна зона ядерного реактора – простір, у якому в результаті ланцюгової реакції поділу відбувається виділення внутрішньоядерної енергії. Активна зона гетерогенного реактора являє собою структуру зі стрижнів ядерного палива. Вільний простір в основному заповнено сповільнювачем. У реакторах на швидких нейтронах сповільнювач відсутній. Активна зона гомогенного ядерного реактора заповнена однорідною сумішшю ядерного палива і сповільнювача.

Основним конструкційним елементом активної зони реактора є ТВЕЛ. У ньому безпосередньо розміщене паливо (зазвичай, у твердому стані), відбувається виділення основної частини теплової енергії та передача її теплоносію.

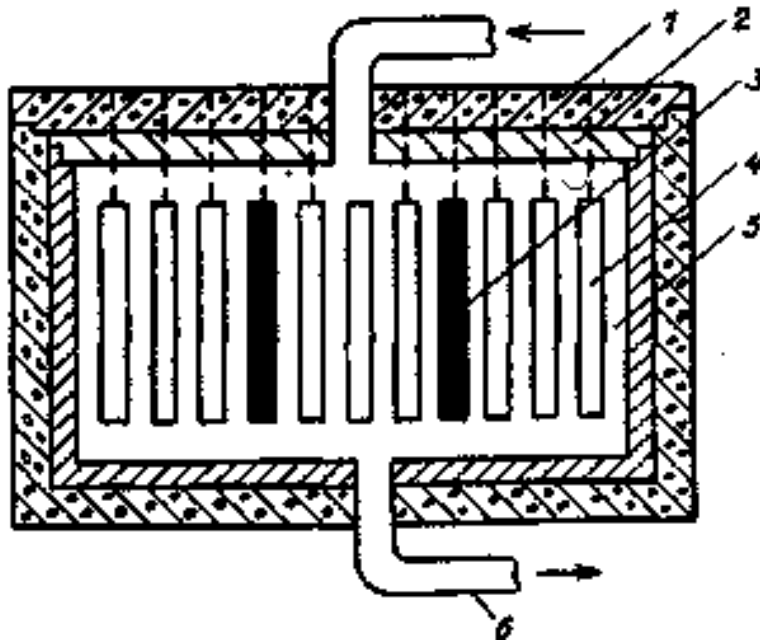


Рисунок 2.2 – Спрощена схема ядерного реактора:

- 1 – біологічний захист; 2 – відбивач нейтронів; 3 – система керування і захисту;
4 – ТВЕЛі; 5 – активна зона; 6 – циркуляційний контур теплоносія

Стрижневий ТВЕЛ із твердим ядерним паливом (рис. 2.3) становиться із наступних основних частин: сердечника – ядерного палива 1, оболонки 2 і кінцевих заглушок 3. Сердечник є основною частиною ТВЕЛа і, зазвичай являє собою набір паливних таблеток. Висота однієї таблетки – 10–30 мм.

Найбільш поширеними в енергетичних реакторах є стрижневі ТВЕЛі. Стрижневими ТВЕЛамаи споряджені і серійні реактори, що застосовуються на українських АЕС типу ВВЕР-440 (рис. 2.3, а), ВВЕР-1000 (рис. 2.3, б) і РБМК-1000 (рис. 2.3, в).

Паливне завантаження енергетичних реакторів становиться з великого числа ТВЕЛів. Наприклад, у реакторі ВВЕР-440 паливне завантаження складають 44000 ТВЕЛів, у ВВЕР-1000–8000, у РБМК-1000–61000. Для забезпечення необхідної твердості стрижневих ТВЕЛів, а також зручності монтажу, перевантаження, транспортування та організації спрямованого потоку теплоносія для ефективного охолодження ТВЕЛів їх комбінують групами. Ці групи складають конструкцію – тепловиділяючу збірку (далі – ТВЗ).

Тепловидільна збірка або касета встановлюється в технологічний канал ядерного реактора, в якому здійснюються підведення, відведення і організація спрямованого потоку теплоносія, що омиває ТВЕЛі, забезпечується можливість завантаження і вивантаження ТВЗ або касет. Технологічний канал, у якому відсутня розділова труба між сповільнювачем і теплоносієм (наприклад, у водо-водяних реакторах), називають *безтрубним каналом*. У цьому випадку окремі ТВЗ або касети встановлюються безпосередньо у сповільнювач, що заповнює активну зону.

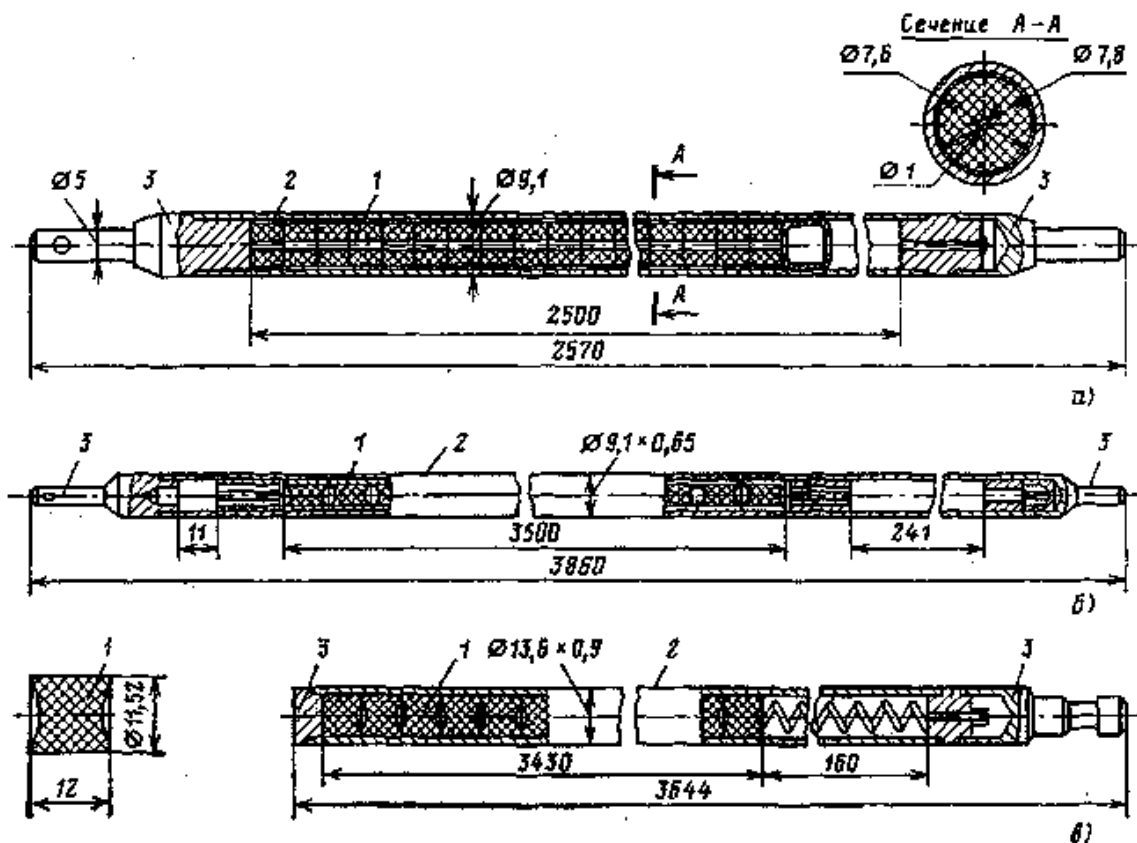


Рисунок 2.3 – Циліндричні стрижневі ТВЕЛ реакторів

При несумісності матеріалів сповільнювача і теплоносія (наприклад, при використанні графітового сповільнювача і водяного теплоносія) у технологічному каналі є розділова труба між сповільнювачем і теплоносієм, навантажена внутрішнім тиском теплоносія. Канали реактора, утворені розділовими трубами тиску і конструкційно пов'язані з корпусом реактора нерознімними з'єднаннями, називають *трубними технологічними каналами* реактора. Такі канали застосовуються в реакторах каналної конструкції, наприклад у реакторах типу РБМК.

Циркуляційний контур теплоносія – пристрій, що служить для відведення тепла з активної зони енергетичного реактора (перший контур реактора). Як теплоносії застосовуються: вода, газ, легкоплавкі метали.

Відбивач нейтронів – шар матеріалу, що не зазнає поділу, або конструкція, що оточує активну зону реактора для зменшення витоку нейтронів з активної зони, де відбувається ланцюгова реакція поділу. Нейтрони, що досягають відбивача, частково повертаються в активну зону. Основна вимога до матеріалу відбивача – малий перетин захоплення нейтронів і великий перетин їх розсіювання. Добрими матеріалами для відбивача є: графіт, берилій, важка вода.

Система керування і захисту (далі – СКЗ) – сукупність пристроїв, призначених для забезпечення надійного контролю потужності (інтенсивності ланцюгової реакції), керування та аварійного гасіння ланцюгової реакції.

Біологічний захист – це пристрій, що знижує інтенсивність випромінювання до безпечного для персоналу рівня при роботі ядерного

реактора. Конструкція і матеріали захисту залежать від цільового призначення реактора, його типу, потужності. У стаціонарних реакторах, де обмеження ваги і розмірів захисту не має істотного значення, використовуються спеціальні сорти бетону з наповнювачами у виді залізної або барієвої руди. Для захисту реакторів транспортного призначення використовують комбінований захист зі спеціальних матеріалів, що знижують масу і габарити біологічного захисту (карбід бору, бораль, сталь, гібриди деяких металів).

Як *ядерне паливо* використовують радіоактивні речовини, що можуть підтримувати ланцюгову реакцію ділення ядер. До них відносяться ^{233}U , ^{235}U , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu або речовини, що містять кожний із перерахованих ізотопів. Найбільш широко використовуються ^{233}U , ^{235}U і ^{239}Pu .

У природі зустрічається тільки один вид ядерного палива – ^{235}U .

Через вигоряння ядерного палива та утворення у процесі роботи реактора продуктів поділу знижується реактивність системи. Коли запас реактивності зменшується до значення, близького до нуля, реактор зупиняють для перевантаження палива. На АЕС з реакторами ВВЕР на сьогодні установилася практика проводити перевантаження один раз за рік, поєднуючи період перевантаження з перевіркою стану і ремонтом устаткування.

Обмежувати одним роком також і кампанію завантаженого в реактор палива економічно не вигідно, тому що переробка відпрацьованого палива і виготовлення нових ТВЕЛів пов'язані з великими витратами. Тому термін служби ТВЕЛів у реакторі прагнуть продовжити, наприклад до трьох років, вивантажуючи і замінюючи щорічно лише одну третину ТВЗ.

Відпрацьоване паливо має дуже високу активність. Для того щоб ця активність трохи знизилася за рахунок розпаду продуктів поділу, що володіють короткими періодами напіврозпаду, воно зберігається якийсь час на АЕС у басейнах витримки. Потім його відправляють у спеціальних транспортних контейнерах або у сховище відпрацьованого ядерного палива (СВЯП), або на заводи з переробки відпрацьованого палива для витягу сировини, що залишилася, і виділення деяких найбільш коштовних продуктів поділу.

2.5. Класифікація ядерних енергетичних установок

На сьогодні в Україні діють 4 АЕС: Запорізька (6 працюючих енергоблоків ВВЕР-1000); Південноукраїнська (3 енергоблоки ВВЕР-1000); Хмельницька (1 енергоблок ВВЕР-1000); Рівненська (2 енергоблоки ВВЕР-440 та 1 енергоблок ВВЕР-1000).

Як двигун на атомних електростанціях поки застосовують тільки парові турбіни. Турбіна знаходиться на одному валу з генератором, утворюючи єдиний комплекс, названий турбоагрегатом. У ньому механічна енергія обертання перетворюється в електричну енергію. Станції такого типу називають *конденсаційними*.

У системі будь-якої *ядерної енергетичної установки* (ЯЕУ) теплоносії проходить через реактор, відводить теплоту і віддає її робочому тілу. При цьому він активізується, і його протікання можуть створити серйозну

радіаційну небезпеку для обслуговуючого персоналу. Тому циркуляційний контур теплоносія є замкнутим.

Основна класифікація ЯЕУ проводиться за числом контурів у ній.

В одноконтурних ЯЕУ контури теплоносія і робочого тіла збігаються (рис. 2.4, а). У реакторі відбувається пароутворення або нагрів газу, далі пар (газ) направляється в турбіну, де, розширюючись, виконує роботу, що в електрогенераторі перетворюється в електроенергію. Після конденсації усієї пари в конденсаторі конденсат або газ насосом через регенеративні теплообмінники подається в реактор. За інших рівних умов одноконтурні ЯЕУ виходять найбільш економічними і простими за складом устаткування. Однак у процесі їх роботи на устаткуванні з'являються радіоактивні відкладення, що істотно ускладнює експлуатацію ЯЕУ, вимагає розвинутого біологічного захисту.

У двоконтурних ЯЕУ, що є найбільш поширеними, контури теплоносія і робочого тіла розділені (рис. 2.4, б). Відповідно контур теплоносія називається *першим*, а контур робочого тіла – *другим*. У двоконтурних ЯЕУ можуть застосовуватися енергетичні реактори практично всіх типів. У таких ЯЕУ нагрітий у реакторі теплоносієм надходить у парогенератор (ПГ) (теплообмінник), де теплота через поверхню нагрівання передається робочому тілу – воді другого контуру. У ПГ ця вода кипить, утворюючи пару, що направляється в турбіну. Перший контур є радіоактивним і повністю розташований усередині біологічного захисту. Другий контур, зазвичай, радіаційно безпечний, тому що радіоактивний теплоносієм ніде не змішується з робочим тілом. Однак для здійснення передачі теплоти в ПГ необхідно, щоб температура теплоносія була вище температури киплячої води другого контуру. Звідси в реакторах з водяним теплоносієм, наприклад типу ВВЕР, щоб уникнути кипіння води в активній зоні, необхідно мати тиск у першому контурі значно вищий, ніж у другому. Відповідно ККД таких ЯЕУ завжди менший за ККД одноконтурної ЯЕУ з тим же тиском у реакторі.

Ядерна енергетична установка може бути *не в повній мірі двоконтурною* (рис. 2.4, в). У цьому випадку є самостійний перший контур теплоносія, а також контур теплоносія, з'єднаний з другим контуром. Теплоносієм надходить у ПГ і віддає свою теплоту воді другого контуру; насичена пара, що утворилася в ПГ, направляється для перегріву в реактор, тобто стає теплоносієм, а далі проходить всім другим контуром. Таким чином, перший і другий контури виявляються з'єднаними парою. Пара активується істотно менше, ніж вода, тому тут устаткування парового (другого) контуру працює в умовах значно більш слабкої радіоактивності, ніж в одноконтурній ЯЕУ. Це спрощує експлуатацію установки.

У триконтурних ЯЕУ контури теплоносія і робочого тіла відокремлюються один від одного проміжним контуром з нерадіоактивним теплоносієм (рис. 2.3, г). Триконтурні ЯЕУ застосовуються з реакторами, які охолоджуються рідкими лужними металами, наприклад, натрієм. Натрій, циркулюючи крізь активну зону, стає високорадіоактивним внаслідок активації нейтронами. Крім того, він забруднюється радіоактивними продуктами корозії і

витоку продуктів поділу з ТВЕЛів, що втратили герметичність.

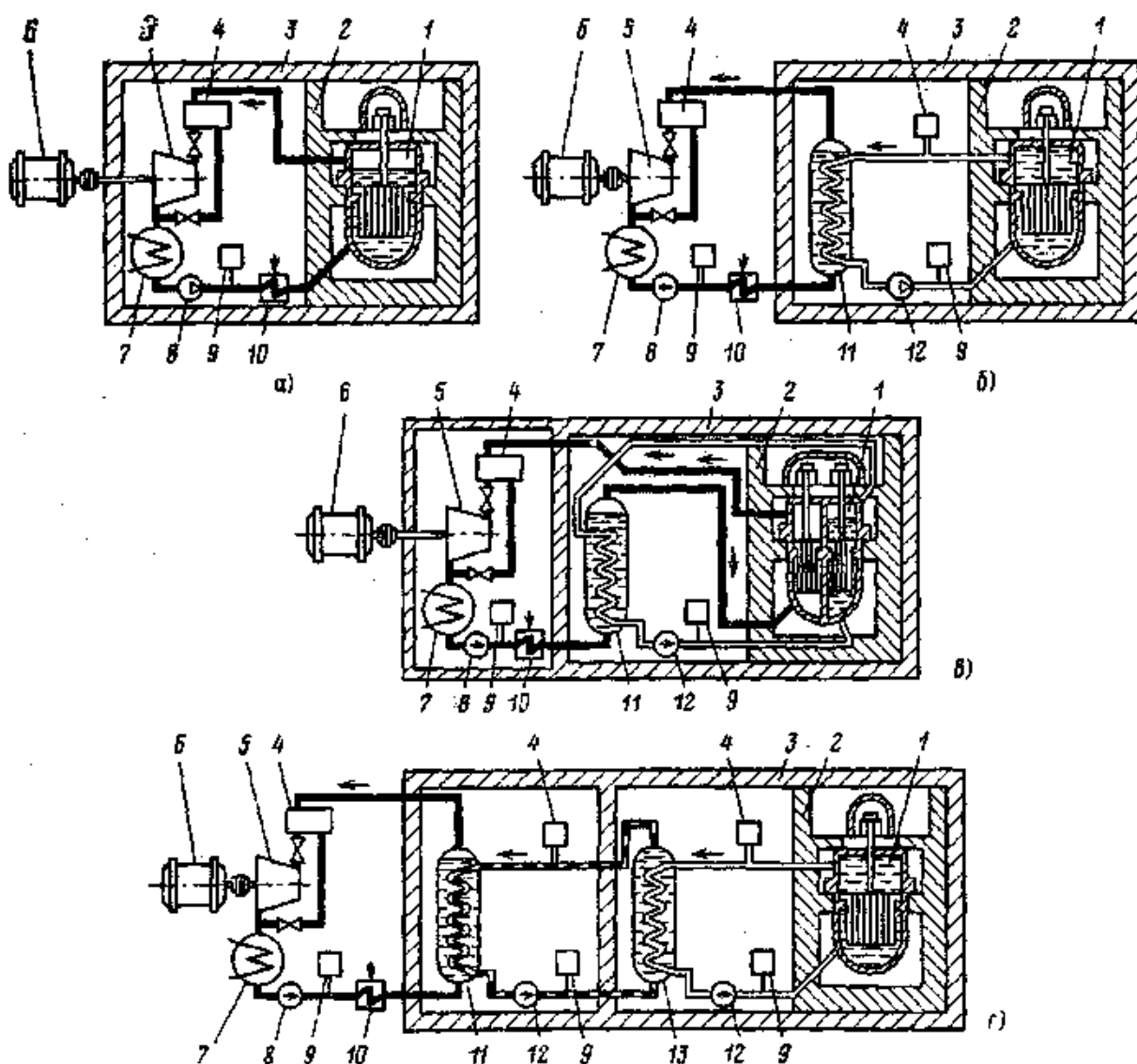


Рисунок 2.4 – Класифікація ЯЕУ залежно від числа контурів:

а) одноконтурна; б) двоконтурна; в) не цілком двоконтурна, г) триконтурна

- 1 – ядерний реактор; 2 – первинний біологічний захист; 3 – вторинний біологічний захист; 4 – регулятор тиску в контурі; 5 – парова або газова турбіна; 6 – електрогенератор; 7 – конденсатор або газоохолоджувач; 8 – живильний насос або компресор; 9 – резервна ємність для поповнення теплоносія або робочого тіла; 10 – регенеративний теплообмінник; 11 – парогенератор (ПГ); 12 – циркуляційний насос або газодувка; 13 – проміжний теплообмінник.

Лужні метали вступають у бурхливу хімічну реакцію з водою або водяною парою. Для того щоб виключити ймовірність контакту радіоактивного теплоносія з водою і створюється проміжний контур. Теплота від радіоактивного натрію у проміжному теплообміннику передається

нерадіоактивному теплоносію – також натрію. У проміжному контурі створюється більш високий тиск, ніж у першому, щоб виключити виток радіоактивного натрію з першого контуру в проміжний крізь можливі дефекти в теплообміннику. Проміжний контур є нерадіоактивний. Натрій проміжного контуру віддає свою теплоту робочому тілу – воді та водяній парі в ПГ, у якому допускається перегрів пари до температури близько 450–570 °С без підвищення тиску теплоносія в реакторі. За капітальними витратами трихконтурні ЯЕУ виходять найбільш дорогими.

На українських АЕС для виробництва електроенергії використовують двоконтурні ЯЕУ із серійними водо-водяними реакторами з водою під тиском типу ВВЕР-440 і ВВЕР-1000 і одноконтурні із серійним водографітовим канальним реактором РБМК-1000, що охолоджується киплячою водою і має графітовий сповільнювач. У водо-водяних реакторах теплоносієм і сповільнювачем є звичайна вода. Кипіння води в активній зоні реактора ВВЕР не відбувається.

ЛЕКЦІЯ 3

РАДІАЦІЙНІ АВАРІЇ ТА ЇХ НАСЛІДКИ. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЙ. НОРМУВАННЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Питання для розгляду на лекції:

3.1. Радіаційні аварії.

3.2. Нормування радіаційної безпеки.

3.3. Планування заходів захисту населення.

3.1 Радіаційні аварії

Відповідно до НРБУ-97 *радіаційна аварія* – незапланована подія на якому-небудь об'єкті з радіаційною або радіаційно-ядерною технологією, якщо при виникненні 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 випадку, 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* відносяться такі радіаційні аварії, наслідки яких не поширюються за межі територій виробничих приміщень і промплощини об'єкта, а аварійне опромінення одержує тільки персонал.

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

За масштабами комунальні радіаційні аварії поділяються на:

- *локальні*, якщо в зоні аварії проживає населення загальною чисельністю до десяти тисяч осіб;
- *регіональні*, при яких в 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 осіб;
- *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 випадку найважчої з можливих аварій у механічну енергію вибуху може перейти лише 1 % енергії ядер, що діляться. Таким чином, головна потенційна небезпека АЕС у випадку аварії зумовлена в основному викидом у навколишнє середовище радіоактивних продуктів розподілу, накопичених у реакторі за час його роботи.

3.2 Нормування радіаційної безпеки

Міжнародною групою експертів під егідою МАГАТЕ й Агентства по ядерній енергетиці розроблена міжнародна шкала подій на АЕС (INES).

Головна мета шкали – сприяти взаєморозумінню між фахівцями атомної промисловості, громадськістю і пресою. За допомогою шкали робиться спроба ввести диференційоване сприйняття подій і аварій, пояснюючи в доступній формі їхнє значення і відносна важливість для безпеки.

Вона дозволяє оперативно і погоджено оповіщати суспільство про значимість (з погляду безпеки) подій на ядерних установках, про які надходять повідомлення. Реально характеризуючи події, шкала може спростити досягнення єдиного розуміння подій ядерним співтовариством, засобами масової інформації і суспільством.

Події класифікуються по семизначній шкалі.

Шкала представлена в трьох формах. По-перше, у формі простої матриці (табл. 3.1) із ключовими словами, в основному, що вказують на значимість подій, для демонстрації трьох окремих критеріїв, що використовуються для класифікації подій і для виявлення еквівалентності рівнів за різними критеріями, представленим у колонках матриці. Слова в цій матриці обрані таким чином, щоб дати основне представлення про значимість події з погляду безпеки, і не претендують на точність і визначеність. По-друге, у виді дескрипторів, у формі, призначеної для інформування громадськості, що поєднує три критерії і надаючи номер критерію і визначення по кожному рівні шкали. По-третє, у формі докладного керівництва для полегшення оцінки інцидентів і аварій, для того, щоб привласнити їм позицію по шкалі відповідно до міжнародних правил. У цьому докладному керівництві також містяться приклади використання шкали для розподілу по категоріях ряду реальних подій (табл. 3.2).

Події в шкалі INES класифікуються по семіуровневої шкалі. Нижні рівні (1–3) називаються інцидентами, а верхні (4–7) – аваріями. Події, що не мають значимості з погляду безпеки, класифікуються як стосовні до рівню, що знаходиться нижче шкали, і називаються відхиленнями. Події, що не стосуються питань безпеки, визначаються як вихідні за межі шкали. Події розглядаються з погляду трьох характеристик чи критеріїв безпеки, приведених у кожній із трьох шпонок вплив за межами площадки, вплив на площадці і деградація глибоко ешелонованого захисту.

Таблиця 3.1 – Основна структура шкали INES.

Рівень, тип аварії	Вплив за межами площадки	Вплив на площадці	Деградація глибокоешелонованої захисту
7. Велика аварія	Великий викид: великомасштабні впливи на здоров'я і навколишнє середовище		
6. Серйозна аварія	Значний викид: повне здійснення запланованих контрзаходів		
5. Аварія, супроводж. ризиком за межами площадки	Обмежений викид; часткове здійснення запланованих контрзаходів	Серйозні ушкодження активної зони реактора/ радіаційних бар'єрів	
4. Аварія, не супроводжува на значним ризиком за межами площадки	Незначний викид: опромінення населення один по одному порівнянно з установленими межами	Часткове ушкодження активної зони реактора/ радіаційних бар'єрів/ гострі впливи на здоров'я персоналу	
3. Серйозний інцидент	Дуже незначний викид: опромінення населення на рівні часткою встановлених меж	Велике поширення забруднення Переопромінення персоналу	Близько до аварії ушкодження бар'єрів ешелонів захисту
2. Інцидент			Інциденти зі значними відмовленнями пристроїв, безпеки
1. Аномалія			Аномалія, що виходить за рамки дозволених, режиму експлуатації
О. Відхилення (подія нижче шкали)	Не має значення з погляду безпеки		

Усі ядерні установки проектуються таким чином, що існує ряд бар'єрів безпеки, що запобігають виникненню значного впливу на площадці йди за її межами, а розміри передбачених бар'єрів безпеки в цілому відповідають можливості впливу на площадці чи за її межами. Дію всіх цих бар'єрів безпеки називають «глибоко ешелонованим захистом». Четвертий стовпчик матриці зв'язаний з інцидентами на ядерних установках чи під час перевезення радіоактивних матеріалів, під час яких деградували властивості глибоко ешелонованого захисту. Інциденти класифікуються на рівнях 1–3.

Таблиця 3.2 – Міжнародна шкала ядерних подій на АЕС для оперативної передачі повідомлень про важливість подій з погляду безпеки

Рівень аварії	Тип	Критерії	Приклади
7	Велика аварія	* Зовнішній викид значної частини радіоактивного матеріалу на великій установці (наприклад з активної зони енергетичного реактора) Складається із суміші коротко- і довгоживучих радіоактивних продуктів розподілу (у кількостях, радіо логічно еквівалентних десяткам тисяч терабеккереллей ^{131}I Такий викид приводить до можливості гострого впливу на здоров'я людей, затриманим впливом на здоров'я в більшості районів, що, можливо, охоплюють території декількох країн, і до довгострокових екологічних наслідків	Чорнобильська АЕС, 1986 рік, СРСР
6	Серйозна аварія	* Зовнішній викид радіоактивних матеріалів (у кількостях, радіологічески еквівалентних тисячам/десяткам тисяч терабеккереллей йоду-131) Після такого викиду ймовірно повне здійснення контрзаходів, передбачених місцевими планами противоаварійних заходів з метою обмеження серйозних наслідків для здоров'я	Завод переробки палива в Кыштыме, 1957 рік, СРСР (Росія)
5	Аварія, що супроводжується ризиком за межами площадки	* Зовнішній викид радіоактивного матеріалу (у кількостях, радіологічески еквівалентних чи сотням тисячам терабеккереллей йоду-131) Такий викид може привести до часткового здійснення контрзаходів, передбачених планами противоаварійних заходів з келію зниження імовірності впливу на здоров'я	Реактор в Уиндскейле, З'єднане Королівство, 1973 рік АЕС Три-Майл Айленд, США, 1979 рік

Продовження таблиці 3.2

		<p>* Серйозне ушкодження ядерної установки Це може бути ушкодженням значної частини активної зони реактора, великою аварією, зв'язаної з критичністю, чи великою чи пожежею вибухом з викидом великої кількості радіоактивності в межах установки</p>	
4	Аварія, що не супроводжується значним ризиком за межами площадки	<p>* Зовнішній викид радіоактивності, що приводить до дози опромінення найбільш опромінених облич за межами площадки порядку декількох милізиверт</p> <p>* При такому викиді необхідність у контрзаходах за межами площадки звичайно малоімовірна, за винятком, можливо, місцевого контролю продуктів харчування</p> <p>* Значне ушкодження ядерної установки При такій аварії можуть бути ушкодження ядерної установки, у результаті яких виникають серйозні проблеми з відбудовними роботами, як, наприклад, часткове розплавлення активної зони енергетичного реактора і порівнянні події на нереакторних установках</p> <p>* Опромінення одного чи кілька працівників, що приводить до переопромінення з високою імовірністю ранньої передчасної смерті</p>	АЕС Сен-Лоран, Франція, 1980 м Критична зборка в Буенос-Айресе Аргентина, 1983 м
3	Серйозний інцидент	<p>* Зовнішній викид радіоактивності, що перевищує встановлені межі, що приводить до дози опромінення найбільш переопромінених облич за межами площадки порядку десятих часток мілізіверта</p> <p>* При такому викиді контрзаходу за межами площадки можуть не знадобитися</p> <p>* Високі рівні опромінення і/чи забруднення на площадці в результаті відмовлень чи устаткування експлуатаційних інцидентів Переопромінення персоналу (доза індивідуального поромінення, що перевищує 50 мЗв)</p> <p>* Інциденти, при яких подальше відмовлення систем безпеки може привести до аварійної обстановки, чи ситуація, коли</p>	АЕС Вандельос, Іспанія, 1989 рік

Продовження таблиці 3.2

		системи безпеки будуть не в змозі запобігти аварії у випадку виникнення визначених ініціюючих подій	
2	Інцидент	* Технічні чи інциденти аномалії які, хоча і не роблять безпосереднього впливу на безпеку станції, ведуть до наступної переоцінки мір безпеки	
1	Аномалія	* Аномалія, виходящая за межі дозволеного режиму експлуатації Вона може бути обумовлена відмовленням устаткування, помилкою чи людини неправильними його діями (Такі аномалії варто відрізняти від ситуацій, при яких не перевищуються експлуатаційні межі й умови, відрегульовані відповідно до процедур Звичайно, класифікуються як такі, котрі знаходяться «нижче шкали»)	
Нижче шкали ¹ НуТО	Відхилення	Не має значення з погляду безпеки	

* Дози опромінення визначаються в ефективних дозах Ці критерії можуть, також у залежності від обставин визначаться відповідними *межами* річного викиду інфлюентів, дозволених національними компетентними органами.

Подія, що включає характеристики, представлені більш ніж одним критерієм, завжди класифікується на найвищому рівні, що відповідає якому-небудь окремо узятим критерію.

При користуванні шкалою INES повинні бути використані наступні рекомендації:

1. Хоча шкала призначена для використання безпосередньо після події, можливі випадки, коли для того, щоб зрозуміти й оцінити наслідки події, необхідно більш тривалий час. У цих рідких випадках проводиться попередня класифікація з наступним підтвердженням. Можливо також, що в результаті надходження додаткової інформації може знадобитися рекласифікація події.

2. Якщо радіаційна аварійна ситуація виникає поблизу ядерної установки чи під час перевезення радіоактивних матеріалів, то застосовуються існуючі національні плани протиаварійних заходів. Шкала не повинна використовуватися як частина офіційних протиаварійних мір.

3. Якщо для всіх установок використовується єдина шкала, усе-таки на деяких типах установок фізично неможливе виникнення подій, зв'язаних з викидом у навколишнє середовище значної кількості радіоактивних речовин. Для цих установок верхні рівні шкали є непридатними. До таких установок

відносяться дослідницькі реактори, установки по переробці неопроміненого ядерного палива і площадки для поховання відходів.

4. Промислові аварії чи інші події, не зв'язані з ядерними чи радіаційними операціями, не класифікуються і визначаються як такі, котрі «виходять за рамки шкали». Наприклад, хоча події, зв'язані з чи турбіною генератором, можуть уплинути на устаткування, зв'язане з безпекою, відмовлення, що впливають лише на експлуатаційну готовність чи турбіни генератора, будуть класифікуватися як такі, котрі виходять за рамки шкали. Подібним чином такі події, як пожежі, потрібно вважати такими, котрі виходять за рамки шкали, коли вони не зв'язані з якою-небудь можливою радіаційною небезпекою і не впливають на бар'єри безпеки.

5. Шкалу не можна використовувати як основу для добору подій з метою обліку досвіду експлуатації, оскільки часто важливі уроки не витягаються з подій, що мають відносно невелику значимість.

6. Використання шкали з метою порівняння показників безпеки в різних країнах є недоцільним. У кожній країні існують свої особливі міри щодо інформування громадськості про незначні події, але важко забезпечити в міжнародних масштабах точну згадженість при класифікації подій на границі між рівнями 0 і 1. Статистично невелика кількість таких подій і відмінність їхньої кількості рік від року ускладнює проведення достовірних міжнародних порівнянь.

7. Критерії ядерної і радіаційної безпеки, хоча в широкому розумінні і зрівняні, але термінологія, використовувана для їхнього опису, розрізняється в різних країнах INES розроблена з урахуванням цих обставин.

Усі події на АС, які привели до відхилень від нормальної експлуатації, відхиленням від меж і/чи умов безпечної експлуатації АС класифікуються в нормативних документах України як порушення в роботі АС. Усі вони підлягають обліку і розслідуванню з метою встановлення:

- категорій порушень у роботі АС;
- порядку усунень порушень у роботі АС (визначення безпосередніх і корінних причин аномальних подій, які привели до порушень; оцінка з погляду безпеки, розробка коригувальних мір для ліквідації наслідків порушень і запобігання їхнього повторення; підвищення безпеки і надійності АС);
- порядку обліку порушень, форми і порядку повідомлення АС про порушення.

У залежності від ваги цих наслідків порушення підрозділяються на аварії (категорії А01-а04) і події (категорії П01-П10).

«Незвичайна подія» ця деяка ненормальна умова при експлуатації станції, при якому не виникає погрози здоров'ю населення. Пожежа в складському приміщенні може потрапити в цей клас, як і порушення в подачі зовнішнього енергопостачання на чи станцію відмовлення одного чи обох аварійних дизель-генераторів. Немає необхідності звертатися до зовнішніх організацій по безпеці.

«Небезпечна подія» – це наступний по вазі клас. Інцидент приводить до дійсного чи потенційного зниження безпеки станції, наприклад, інцидент при

звертанні з паливом, що відробило. Необхідне звертання до зовнішніх організацій по безпеці. Місцеві організації повинні бути переведені в стан готовності й очікувати подальшого розвитку подій. Ніякі дії з боку населення не потрібні.

«Аварія на площадці» полягає в дійсному чи ймовірному відмовленні основних систем станції з потенційним істотним викидом радіоактивності. Подія, проте не вимагає захисних заходів поза границями станції. Витік у первинній охолоджувальній системі обсяг якої більший чим обсяг ємності, що компенсує, для відновлення кількості води, може бути прикладом аварії цього рівня.

«Загальна аварія» – це чи викид погроза викиду великої кількості радіоактивності за кордон станції. При такій аварії проводиться повна мобілізація всіх зовнішніх аварійних організацій і ймовірна тривога для населення в 10-км зоні. Порухення цілісності двох із трьох бар'єрів на шляху поширення продуктів розподілу – паливних оболонок, корпусу високого тиску і захисної оболонки разом з потенційною можливістю порушення третього бар'єра може обумовити загальну аварію.

«Одиничне відмовлення» означає подія яке приводить до втрати можливості деякого елемента виконувати покладені на нього функції безпеки.. Накладення помилок, котрі впливають з одиничної події, розглядаються як одиничне відмовлення. Рідинні й електричні системи вважаються сконструйованими відповідно до принципу одиничного відмовлення, якщо ні одиничне відмовлення будь-якого активного елемента (у припущенні, що пасивний елемент функціонує відповідним чином), ні одиничне відмовлення будь-якого пасивного елемента (у припущенні, що активний елемент функціонує належним образом) не приводить до втрати системою можливості виконувати свої функції.

У системі класифікації за умовами опромінення розглядається чотири різні категорії аварій:

При інциденті *не забруднюючому* люди піддаються зовнішньому опроміненню від чи джерел установок протягом щодо короткого відомого періоду часу. При цьому типі інциденту не відбувається викид радіоактивності. Наслідки обмежені малим простором, звичайно на площадці. Основною радіологічною проблемою в цій категорії інцидентів є усунення радіаційного полючи для запобігання подальшого опромінення людей і оцінка доз, отриманих персоналом, що знаходився під впливом цього полючи.

Незабруднюючий /невиявлений/ інцидент схожий на перший тим, що при ньому не забруднюється навколишнє середовище і відбувається тільки зовнішнє опромінення персоналу. Проте інцидент цієї категорії істотно відрізняється тим, що радіаційне поле присутнє тривалий час перед тим, як його виявлять, тобто це негайно невизначуване порушення в захисних пристроях для тих, хто може одержати дозу. Прикладом для цієї категорії може бути інцидент на югославському дослідницькому реакторі Винка в Белграді в 1958 р. У ході обслуговування на одному з каналів мимовільно відкрилася захисна засувка. Цей канал використовувався для висновку радіаційного пучка

з активної зони для експериментальних цілей. Після запуску реактора безліч людей ненавмисно проходили крізь поле нейтронного і гамма-випромінювання. На той час, коли визначили, що засувка відкрита, шість осіб вже одержали високі дози, п'ять з них летальні.

Третім типом інциденту, зв'язаного з умовами опромінення є *забруднюючий /що спостерігається/ інцидент*. Він полягає в планованій, короткочасній утраті контролю над радіоактивними матеріалами у відкритому виді. Загублене забруднення згодом вдихається чи попадає усередину організму з їжею. Першочерговими задачами є обмеження подальшого поширення забруднення і швидке медичне обстеження забруднених працівників. Зусилля по дезактивації вимагають багато часу, грошей і є джерелом непотрібного опромінення.

Остання і найбільш складна категорія – це інцидент *забруднюючий /невиявлений/*. Він відбувається при невиявленому викиді радіоактивності. Радіологічні проблеми подібні третьої категорії крім того що спостерігаються великі складності визначення людей які могли опромінитися за час між утратою контролю і відновленням нормальних умов. Це вимагає проведення широких розшукових робіт для локалізації можливих забруднених місць, що виникають при мимовільному переносі радіоактивності з місця на місце.

Як показує міжнародний досвід, найбільш важкі проектні аварії обумовлені мимовільними ланцюговими реакціями (далі – СЦР) у дослідницьких реакторах і активних зонах критичних зборок, використовуваних для проведення різних фізико-технічних експериментів.

Умови для виникнення СЦР можуть скластися також при експериментальній роботі з речовинами, що розподіляються, обсягом, близьким до критичного, в умовах радіохімічної чи лабораторії при виробництві речовин, що поділяються. При СЦР має місце переважне вплив зовнішнього γ - випромінювання, якщо не відбувається руйнування ТВЕЛів. Якщо ТВЕЛі зруйновані, при виході в приміщення газоподібних і, що обслуговуються, аерозольних продуктів розподілу й активації радіоактивні речовини можуть надійти усередину чи організму привести до контактного β -опроміненню шкіри. Однак по статистиці внесок внутрішнього опромінення при радіаційних аваріях, зв'язаних зі СЦР незначний і істотний внесок у формування променевої поразки не дає.

З моменту відкриття і початку практичного використання ланцюгової реакції розподілу в усьому світі відбулося кілька десятків радіаційних аварій, обумовлених утратою контролю над цією реакцією чи її непередбаченим виникненням.

3.3 Планування заходів захисту населення

Внаслідок того, що напрямок вітру в момент аварії передбачити неможливо, планування заходів з захисту населення виконується по кругових зонах.

Зона №1 – зона загальної випереджальної евакуації населення, яка

повинна проводитися при виникненні початкової фази аварії на реакторах типу РБМК та ВВЕР, особливо на реакторах РБМК першого покоління. Зона являє собою коло з радіусом, що залежить від типу та потужності реактора (дивись таблицю 3.3).

Таблиця 3.3 – Радіуси зони евакуації №1

Тип реактора	Радіус (км)
ВВЕР-1000, БН-350, БН-600	7
ВВЕР-440 (проект 230)	10 (15)
РБМК-1000 (1п)	15
РБМК-1000 (С)	10

Примітка: 1п – реактори першого покоління;
С – серійні реактори.

Зона №2 – зона загальної екстреної евакуації населення. Вона включає в себе зону № 1 і являє собою коло з мінімальним радіусом, який дорівнює радіусу зони № 1, та із максимальним радіусом 30 км. Критерій оцінки – неперевикнення дози на все тіло та щитовидну залозу за час евакуації. При плануванні приймається максимальний радіус зони № 2 – 30 км.

Зона №3 – зона планування різних заходів захисту населення. Являє собою коло з радіусом більш ніж 30 км. В зоні № 3 прогнозується максимально можлива глибина розповсюдження забрудненого повітря згідно з характером аварії і метеоумовами.

Зони проведення заходів із захисту № 1, 2, 3, залежно від значення кута розвороту вітру α_v , можуть мати конфігурацію сектора, півкола або в окремих випадках – кола. За статистикою характеру метеоумов, найбільш вірогідною є конфігурація зон у вигляді сектора колових зон планування з кутом (дивись таблицю 3.4). При цьому ϕ_1 – кут сектора виконання заходів із захисту в зоні № 1 за наявності початкової стадії аварії, ϕ_2 – кут сектора виконання заходів із захисту в зонах № 1, 2, 3 за відсутності початкової стадії аварії.

Сектор № 1 включає зону імовірного розповсюдження забрудненого повітря та враховує найбільш вірогідні величини флуктуації повітря. В цьому секторі заходи із захисту виконуються обов’язково.

Таблиця 3.4 – Значення кута сектора зон проведення заходів із захисту (зон 33) ϕ (град) залежно від кута розвороту повітря α_v

α_v , град	Зони 33	< 45	45 – 90	91 – 135	136 – 180	> 180
ϕ_1	№ 1	180			360	
ϕ_2	№ 1, № 2, № 3	45	90	135	180	360

Сектор № 2 враховує максимально можливі величини флуктуації повітря; він визначається дотичними до кола зони № 1, які проводяться паралельно векторам сектора № 1. В даному секторі заходи із захисту

населення виконуються у міру потреби.

Зона № 3 включає зони виконання заходів із захисту населення. Виконуються наступні заходи: укриття населення в колективних засобах захисту, евакуація та проведення йодної профілактики (прийом препаратів стабільного йоду у вигляді таблеток або розчину йодного настою для захисту щитовидної залози від ураження радіоактивним йодом).

Якщо прогнозовані дозовані навантаження населення за певний термін не перевищують рівня А, то немає потреби вживати вказаних заходів щодо захисту. У випадках, коли прогнозовані показники перевищують рівень А, але не досягають рівня Б, заходи щодо захисту вживають залежно від можливостей та обстановки. При прогнозуванні навантажень, що дорівнюють або перевищують рівень Б, – вказаних заходів щодо захисту вживають обов’язково (дивись таблицю 3.5 та рис.3.1).

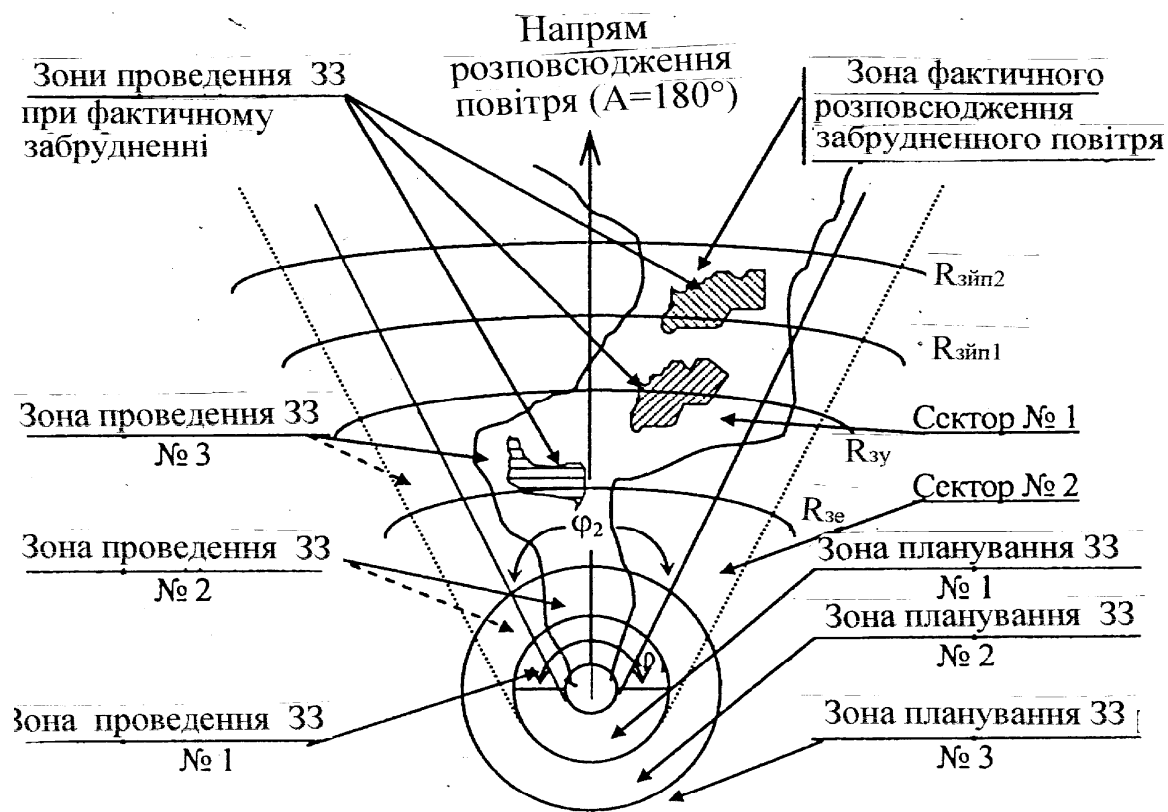
Таблиця 3.5 – Критерії для прийняття рішення по заходах захисту на ранній фазі розвитку аварії на АЕС

Захисні заходи	Дозовані критерії (доза, яка прогнозується за перші 10 діб), мЗв (рад)			
	на все тіло		на окремі органи	
	рівень А	рівень Б	рівень А	рівень Б
Укриття	5 (0,5)	50 (5)	50 (5)	500 (50)
Йодна профілактика:				
– дорослі			250 (25)	2500 (250)
– діти			100 (10)	1000 (100)
Евакуація	50 (5)	500 (50)	500 (50)	5000 (500)

Визначення розмірів і положення зон проведення планових заходів із захисту населення виконується за фактичними даними радіаційної обстановки. Критерієм є *місячна (річна) ефективна доза* ($D_{\text{еф}}$):

- зона тимчасового відселення – $D_{\text{еф}}$ від 10 до 30 мЗв за місяць;
- зона радіаційного контролю (далі – ЗРК) – $D_{\text{еф}}$ від 1 до 5 мЗв за рік;
- зона обмеженого проживання (далі – ЗОП) – $D_{\text{еф}}$ від 5 до 20 мЗв за рік;
- зона відселення (далі – ЗВ) – $D_{\text{еф}}$ від 20 до 50 мЗв за рік;
- зона відчуження (далі – ЗВід.) – $D_{\text{еф}}$ більше 50 мЗв за рік.

Тривалість забруднення території залежить від типу РН (періоду його напіврозпаду – $T_{1/2}$), які забруднюють дану територію і визначається за формулою: $T_{\text{дз}} = 5 T_{1/2}$ ($T_{\text{дз}} = 10 T_{1/2}$).



Умовні позначення:

- $R_{зе}$ – радіус зони евакуації;
- $R_{зу}$ – радіус зони укриття населення в ЗКЗ;
- $R_{зип1}$ – радіус зони йодної профілактики дорослих;
- $R_{зип2}$ – радіус зони йодної профілактики дітей

Рисунок 3.1 – Графічне відображення зон планування і проведення заходів щодо захисту населення при аваріях на АЕС

Специфіка проведення основних заходів для захисту населення і територій на ранній фазі аварії:

1. **Евакуація населення.** Екстрена евакуація з 30-кілометрової зони, що є найбільш ефективним способом захисту населення в умовах радіоактивного забруднення, повинна проводитися, зазвичай, до підходу радіоактивної хмари або, як виключення, відразу ж після її остаточного осідання на місцевості (формування зони забруднення). До початку евакуації населення повинно бути укрите у засобах колективного захисту (ЗКЗ) і приміщеннях, які було герметизовано, має бути проведена йодна профілактика.

Евакуація здійснюється ву два етапи: на першому – населення транспортом, який опинився в зоні забруднення, доставляється до межі зони, на другому – на посту спецобробки пересаджується на незабруднений радіоактивними речовинами транспорт і доставляється в місця розселення.

На межі зони забруднення організовується проміжний пункт евакуації, на якому здійснюється реєстрація евакуйованих, дозиметричний контроль і санітарна обробка населення. Одяг, взуття та особисті речі дезактивуються.

Санітарна обробка населення полягає у змиванні з тіла гарячою водою з милом (бажано душем) радіоактивного пилу; дезактивація – у механічному очищенні одягу і взуття від радіоактивного пилу та аерозолів (шляхом витрушування, вибивання, відмивання і т.п.). Для заміни речей, які не вдається очистити, може створюватися запас обмінного одягу і взуття. Транспорт, який опинився у зоні радіоактивного забруднення, за межі зони не випускається і використовується для проведення робіт у її середині. Як тільки наведена радіоактивність у кабінах машин перевищує допустимі значення, їх відправляють на пункти збору забрудненого автотранспорту («могильники»), де вони будуть зберігатися доти, поки в результаті спаду рівня активності радіації не з'явиться можливість вивезти їх на переплавку.

2. Укриття населення у ЗКЗ. В умовах неможливості евакуації населення до початку радіоактивного забруднення воно повинно бути укрите у сховищах. За відсутності ЗКЗ для укриття населення використовують герметизовані житлові і виробничі приміщення.

При укритті населення у ЗКЗ, враховуючи високу проникну здатність радіоактивних газів і аерозолів через фільтри споруд, до моменту підходу радіоактивної хмари сховища переводяться в режим повної ізоляції, герметизуються, для чого в них закриваються двері, заслінки проточних і витяжних коробів. Крім того, у герметизованих приміщеннях присутні одягають ЗІЗ органів дихання. Такий режим продовжується до завершення осідання радіоактивного пилу та аерозолів (при одиничному викиді – кілька годин).

3. Екстрені заходи медичного захисту. До підходу радіоактивної хмари, або, як виключення, з початком радіоактивного забруднення в обов'язковому порядку проводиться йодна профілактика населення та особового складу формувань.

При аваріях на АЕС проводять локалізацію і ліквідацію радіоактивного забруднення.

Для локалізації поверхонь і запобігання виходу радіоактивних речовин на поверхню використовуються різні методи: зв'язування радіоактивних забруднень полімерними матеріалами, що розпорошуються за допомогою засобів механізації (авторозливних станцій); екранування забрудненої поверхні шаром чистого ґрунту або інших матеріалів (товщиною не менше 15 см); оранка ґрунтів (при глибині оранки 30–50 см досягається зниження виходу активності в 12–15 разів); хіміко-біологічна затримка радіоактивних забруднень; створення бар'єрів на шляху поверхневих і ґрунтових вод (будівництво валів, дамб і бар'єрів).

ЛЕКЦІЯ 4

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ХІМІЧНИХ АВАРІЙ. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ЗНЕШКОДЖЕННЯ ТОКСИЧНИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Питання для розгляду на лекції:

- 4.1. Визначення аварійно хімічно небезпечних речовин.
- 4.2. Класифікація хімічно небезпечних об'єктів.
- 4.3. Характеристика фізико-хімічних властивостей аварійно хімічно небезпечних речовин.
- 4.4. Токсичні властивості аварійно хімічно небезпечних речовин.
- 4.5. Характер можливих хімічних надзвичайних ситуацій.
- 4.6. Організація ліквідації наслідків хімічних небезпечних надзвичайних ситуацій.

На території України розміщено більше 1,5 тис. хімічно небезпечних об'єктів, діяльність яких пов'язана з виробництвом, використанням, зберіганням і транспортуванням аварійно хімічно небезпечних речовин, а в зонах їх розміщення проживає понад 22,0 млн осіб.

Небезпека функціонування цих об'єктів господарської діяльності (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 в повітря аварійно хімічно небезпечних речовин АХНР.

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

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

4.1 Визначення аварійно хімічно небезпечних речовин

Сьогодні в народному господарстві України використовуються десятки тисяч різних хімічних сполук, причому 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 (табл. 4.1), а за ступенем дії на організм людини на чотири класи (табл. 4.2).

Таблиця 4.1 – Характеристика АХНР за ступенями токсичності

Клас токсичності	ГДК в повітрі, мг/м ³	Середні смертельні	
		Концентрація, мг/л	Доза при внутрішньому надходженні, мг/кг
Надзвичайно токсичні	0,1	< 1	< 1
Високо токсичні	0,1–1	1,5	1,50
Сильно токсичні	1,1–10	6–20	51–500
Помірно токсичні	Теж	21–80	501–5 000
Мало токсичні	> 10	81–160	5 001–15 000
Практично не токсичні	–	> 160	> 15 000

Таблиця 4.2 – Клас небезпеки АХНР за ступенем дії на організм людини

Клас небезпеки	Характеристика класу небезпеки	ССК, мг/м ³
1	Речовини надзвичайно небезпечні	< 500
2	Речовини високо небезпечні	501–5000
3	Речовини помірно небезпечні	5 001–50 000
4	Речовини мало небезпечні	> 50 001

ССК – середня смертельна токсодоза LC₅₀, яка приводить до загибелі 50 % людей або тварин при 2–4 годинній інгаляційній дії.

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

- деякі сполуки металів (органічні і 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 і її ефіри, фторетанол та інші);
- хлоргідрони (етиленхлоргідрон, епіхлоргідрон);
- галогени (хлор, бром);
- інші сполуки (етиленоксид, аліловий спирт, метил бромід, фосген, тощо).

До сильно токсичних хімічних речовин відносяться:

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

До помірно токсичних, мало токсичних і практично не токсичних хімічних речовин, які не представляють собою хімічної небезпеки, відноситься вся основна маса хімічних сполук.

Необхідно відмітити, що особу групу хімічно небезпечних речовин складають **пестициди** – препарати, які призначені для боротьби з шкідниками сільськогосподарського виробництва, бур'янами і т.д. Більшість з них дуже токсична для людини.

За хімічним складом пестициди можна розділити на групи:

- фосфорорганічні сполуки (паратіон, диметоксидихлорвінілфосфат, карбофос, хлорофос та інші);
- карбомати (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), тощо.

Більшість із вище перерахованих хімічних речовин, у тому числі і слабо токсичні (помірно, слабо токсичні і практично не токсичні), можуть стати причиною тяжкого ураження людини. Водночас привести до масових санітарних втрат в наслідок аварій (катастроф), що супроводжуються викидами (виливами) хімічних речовин, можуть не всі хімічні сполуки, включаючи навіть надзвичайно, високо і 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 і перевезення, а також можливість легко переходити в аварійних ситуаціях в головний фактор ураження (пар або тонко дисперсний аерозоль), який може стати причиною ураження людей. Ці хімічні сполуки відносяться до групи аварійно хімічно небезпечних речовин

Таким чином, АХНР – це обертання в великих кількостях у промисловості, сільському господарстві і на транспорті токсичних хімічних сполук, що можуть при руйнуванні (аварії) на об'єктах легко переходити в повітря і викликати масові ураження сил цивільної оборони та населення.

4.2 Класифікація хімічно небезпечних об'єктів

До хімічно небезпечних об'єктів відносяться:

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

4.3 Характеристика фізико-хімічних властивостей аварійно хімічно небезпечних речовин

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

Агрегатний стан. При звичайних умовах АХНР можуть бути у виді твердих, рідких або газоподібних речовин. Однак при виробництві, використанні, зберіганні або перевезенні їх агрегатний стан може змінюватися від такого в звичайних умовах, що може оказати вплив як на кількість АХНР, яка викидається в повітря, так і на фазовий дисперсний склад зараженої хмари (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Характеристика стану АХНР в 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	То саме
Аерозоль грубо дисперсний	Від 30 до 500	Домішки, що осідають
Аерозвесі	Більше 500	То саме

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 привести до сильного зараження водосховищ, внаслідок чого вони на тривалий час можуть складати серйозну небезпеку для людини.

В той же час добра розчинність в воді і органічних розчинниках може дозволити використання при необхідності розчини різних речовин для дегазації (нейтралізації АХНР).

Щільність – масовий стан даної речовини в одиниці об'єму. Вона оказує 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 і на місцевості, стійкість АХНР у випадку їх аварійних викидів (виливів). При чому чом менше АХНР піддається гідролізованому розкладу, тим більше тривалість дії його факторів ураження.

Летучість – можливість конкретної хімічної речовини переходити в пароподібний стан. Кількісною характеристикою летучості є максимальна концентрація пару АХНР при даній температурі (кількість речовини, що є в одиниці об'єму його насиченого пару при даній температурі в замкнутій системі, коли рідка і газоподібна фази АХНР знаходяться в рівновазі).

Тиск насиченого пару визначає летучість і відповідно тривалість дії фактору ураження СДОР.

Коефіцієнт дифузії є характеристикою процесу дифузії і дорівнює кількості газу, що переходить через перетин 1 м^2 в 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 і випаровування АХНР з поверхні у випадку аварійної ситуації. Вона представляє собою 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 з своїм паром. У випадку відношення до одиниці маси речовини (1 г, 1 кг) вона називається питомою теплотою випарювання. Так само, як і теплоємність, дана величина є одною із головних фізико-хімічних характеристик, які визначають характер викидів і наступних випаровувань АХНР.

Температура кипіння дозволяє побічно судити про летучість АХНР і характеризувати тривалість дії фактору ураження. Чом вище температура кипіння АХНР, тим повільніше вона випаровується.

Температура замерзання – температура, при якій рідина лишається рухомості і загустіє настільки, що при нахилі пробірки з продуктом під

кутом 45° його рівень залишається незмінним на протязі 1 хвилини. Температура замерзання має важливе значення при транспортуванні і визначає характер поведінки АХНР при низьких температурах.

В'язкість – властивість рідинних, а також пароподібних середовищ оказувати опір їх течії (переміщенню одного шару відносно другого) під дією зовнішніх сил. В'язкість оказує вплив на характер поведінки АХНР в аварійній ситуації (характер дроблення, убирання і інших).

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

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

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

Температура самозагорання – сама низка температура речовини (або її оптимальної суміші з повітрям), при нагріві до якої виникає різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій, що приводять до виникнення горіння з полум'ям.

Для кількісної характеристики токсичних властивостей конкретних АХНР при їх дії через органи дихання людини застосовуються межа переносності і такі токсодози: гранично допустима, порогові, виводячи із строю і смертельні. Значення цих характеристик наведено в таблиці 6.

4.4 Токсичні властивості аварійно хімічно небезпечних речовин

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

Гранично допустима токсодоза (ГДК) – така доза (концентрація) при якій симптоми отруєння ще не наступають. Вона регламентує допустиму ступінь зараження аварійно хімічно небезпечною речовиною (АХНР) повітря робочої зони і використовується в інтересах дотримання умов безпеки на виробництві. Ця концентрація визначена як максимально допустима, яка при постійній дії на людину на протязі робочого дня (8 годин) не може визвати 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 з значно низьким інтервалом дії АХНР (дивись таблицю 4.4).

Таблиця 4.4 – Класифікація АХНР за ступенем дії на організм людини

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

Середня порогова (токсодоза PC₅₀) – 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 LC₅₀) – доза, яка приводить до загибелі 50 % людей або тварин при 2–4 годинній інгаляційній дії АХНР.

При загальній дії токсичний ефект pojawiaється після попадання АХНР в 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 pojawiaється в місці контакту аварійно хімічно небезпечної речовини з 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 (г·хв/м³, г·с/м³, мг·хв/л).

Шкіряно-резорбтивні токсичні дози вимірюються кількістю речовини, яка приходить на одиницю поверхні або одиницю маси тіла (мг/см², мг/м², г/см², кг/см², кг/м² або мг/кг).

Значення інгаляційних і шкіряно-резорбтивних токсичних доз АХНР дозволяють, з однієї сторони, порівнювати їх між собою, а з другої сторони, оцінювати ступінь важкості ураження потерпілих в аварійній ситуації.

Значення середніх порогів токсичних доз (токсодоза PC₅₀) найбільш поширених сильнодіючих отруйних речовин приведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Значення середніх порогів токсичних доз найбільш поширених АХНР

Аварійно хімічно небезпечні речовини	PC ₅₀ , г·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: В таблиці наведені значення порогу токсичних доз для дорослих, для дітей в 4–10 менше.	

Значення вказаних токсодоз є постійними лише для порівняно малих за часом експозицій, які не перебільшують 40–60 хвилин. При більш тривалих діях або при малих концентраціях значення PC₅₀ збільшується, особливо для тих АХНР, які виводяться частково з організму. Для них значення токсодози може бути значно більше. Щоб врахувати процес інтоксифікації АХНР, що проходить за рахунок обеззаражування їх в організмі або виведення із нього, рекомендується вводити поправний коефіцієнт, що є функцією часу і властивостей конкретної речовини. В цьому випадку:

$$PC_{50}(\tau) = PC_{50} \cdot K(\tau), \quad (4.1)$$

де PC₅₀(τ) – порогові токсичні дози при експозиції τ, г·с/м³;

PC₅₀ – порогові токсичні дози при короткій експозиції, г·с/м³;

K(τ) – поправний коефіцієнт.

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

В аварійних ситуаціях в повітрі може опинитися декілька АХНР. В цьому випадку оцінка сумарного ефекту представляє собою досить важку задачу, так як 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:

$$C_1 : ГДК_1 + C_2 : ГДК_2 + C_n : ГДК_n \leq 1 \quad (4.2)$$

коли сума відношень фактичних концентрацій АХНР в повітрі до їх гранично допустимих концентрацій, 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 слід оцінювати за найбільш токсичною речовиною.

Хімічні речовини, які можуть викликати масові ураження населення, при аваріях з викидом (виливом) в повітря, можна розділити на групи:

перша група – речовини з переважною дією удушення: з вираженою дією припікання (хлор, трьох хлористий фосфор, оксихлорид фосфору); з слабкою дією припікання (фосген, хлорпikрин, хлорид сірки);

друга група – речовини переважно загальної отруйної дії (окисел вуглецю, синильна кислота, динітрофенол, динітроортокрезол, етиленхлоргідрин, етилен-фторгідрин);

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

п'ята група – речовини, що мають дію удушення і нейротропну дію (аміак);

четверта група – нейротропні отрути, речовини, що діють на генерацію, проведення і передачу нервового імпульсу (сірковуглець, фосфорорганічні сполуки);

шоста група – метаболічні отрути (етиленоксид, метилбромид, метилхлорид, диметилсульфат);

сьома група – речовини, що порушують обмін речовин (діоксан).

До речовин з переважною дією удушення відносяться токсичні сполуки, для яких головним об'єктом дії на організм є дихальні шляхи. Ураження організму при дії речовин удушення умовно розділяють 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 і величиною експозиційної дози.

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

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

Отрути крові розділяються на гемолітичні отрути і отрути гемоглобіну.

Тканинні отрути діляться на інгібітори ферментів дихальної цепі (ціаніди, сірковуглець, акрилонітрил), роз'єднувачі окислення і фосфорилювання (динітрофенол, динітроортокрезол,) і речовини, що виснажують запаси субстратів для процесів біологічного окислення (етиленхлоргідрин, етиленфторгідрин).

До речовин з дією удушення і загально отруйною дією відноситься значна кількість АХНР, що здібні при інгаляційній дії визвати токсичний набряк легенів, а при резорбції порушити енергетичний обмін. Більшість сполук цієї групи володіє сильною дією припікання, що значно утруднює надання допомоги потерпілим.

До речовин, що діють на генерацію, проведення і передачу нервового імпульсу (нейротропні отрути), відносяться 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 і нейротропну дію, відносяться 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 і передачі нервового імпульсу, який усугубляється станом важкої гіпоксії, що викликано порушенням зовнішнього дихання.

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

В патологічний процес ураження цими речовинами залучаються багато органів, але головними є порушення з сторони центральної нервової системи, паренхіматозних органів і іноді системи крові.

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

До речовин, що порушують обмін речовин, відносяться токсичні сполуки групи галогенірованих ароматичних вуглеводів. При цьому особливою біологічною активністю відзначається дібензодіоксани і 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 і 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 аварійно хімічно небезпечної речовини (АХНР) в навколишньому природному середовищі та щільністю (густиною) хімічного зараження місцевості і об'єктів господарської діяльності.

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

Класифікація основних АХНР за ступенем небезпеки подана у табл. 4.6

Таблиця 4.6 – Класифікація основних АХНР за ступенем небезпеки

№ пп	АХНР	Клас небез- пеки	ГДК, мг/м ³	№ пп	АХНР	Клас небез- пеки	ГДК, мг/м ³
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	3	10	23	Перлхлоретилен	3	10
5	Ангідрид	3	5	24	Соляна кислота	2	5
6	Ацетоноціангідр	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	Хлорпикрин	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

Загальний характер дії і признаки ураження найбільш розповсюджених АХНР та їх класифікація ступенем небезпеки наведені в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Загальний характер дії і признаки ураження найбільш розповсюджених АХНР

АХНР	Загальний характер дії	Признаки ураження
Аміак (речовина, яка володіє дією удушєння і нейротропного дією)	Загально токсичні ефекти обумовлені дією аміаку на нервову систему. Порущується обмін глутамінової і β-кетоглутарової кислот в корі головного мозку. Різко понижується можливість мозкової тканини засвоювати кисень. Володіє курареподібною дією. Порущує згортання крові в результаті прямої дії на протромбін, поражає паренхіматозні органи. Наслідки важкої інтоксикації є пониження інтелектуального рівня з випаданням пам'яті, неврологічні симптоми: тремор, порушення рівноваги, тики, пониження больової і тактильної почування, головокружіння, ністагм, гіперрефлексія. Наслідками гострого отруєння може бути помутніння кристалику, роговиці, навіть її прорив і втрата зору, охриплість або повна втрата голосу і різні хронічні захворювання (бронхіт, емфізема легенів та інші).	У випадках малих концентрацій спостерігається незначне роздратування очей і верхніх дихальних шляхів. При середніх концентраціях спостерігається сильне роздратування в очах і носі, часте чхання, слинотеча, невелика нудота і головна біль, почервоніння обличчя і потовиділення. Спостерігається випускання сечі і біль в області груднини. При попаданні в хмару з високими концентраціями настає різке роздратування слизистої оболонки рота, верхніх дихальних шляхів і рогової оболонки очей, приступи кашлю, почуття удушєння, тривожність, головокружіння, біль в шлунку, блювота. При дії дуже великих концентраціях уже через декілька хвилин появляється слабкість м'язів з підвищеним рефлексорним збудженням, тетанічні судороги, різко понижується слух. Потерпілі іноді сильно тривожаться, знаходяться в стані буйного бреду, не можуть стояти. Спостерігаються різкі розлади дихання і кровообігу. Смерть може наступити від серцевої слабкості або зупинки дихання.
Двоокисел сірки	Роздратовує дихальні шляхи, викликає спазм бронхів і збільшує опір дихальних шляхів. Загальна дія заключається	Роздратовує очі і носоглотку. Чхання і кашель виникають при дії на протязі декількох хвилин. При більш тривалій дії спостерігається блювотина, розмова і ковтання ста-

Продовження таблиці 4.7

<p>(речовина, що має дію удушення і загальну отруйну дію)</p>	<p>в порушенні вуглеводного і білкового обміну, пригнічуванні окислювальних процесів в головному мозку, печінці, селезінці, м'язах. Роздратовує кровотворні органи.</p>	<p>новиться важкими. Смерть настає від удушення, внаслідок рефлекторного спазму голосової щілини, раптової зупинки кровообігу у легенів або шоку.</p>
<p>Гідразин (речовина, яка володіє дією удушення і нейротропною дією)</p>	<p>Гідразин і його похідні викликають при інгаляційному ураженні токсичний набряк легенів, на фоні якого формуються при гострому отруєнні важкі ураження центральної нервової системи, що у ряді випадків приводять до смертельного кінця. Викликає порушення вуглеводного і жирового обміну. Володіє гемолітичними властивостями, гемоліз розвивається через 1,5–2 години після гострого отруєння.</p>	<p>У випадку легких інтоксифікацій спостерігається роздратування слизових оболонок очей і верхніх дихальних шляхів, при середніх – бронхіт і токсичний набряк легенів, збудження, а потім депресія, порушення вуглеводної, жирової і антитоксичної функції печінки. Гостре отруєння викликає затемнення свідомості, жовтуху, стоматит, порушення серцевої діяльності, хворобливість печінки, блювоту. Смерть настає при явищах уремії.</p>
<p>Діоксан (речовина, що порушує обмін речовин)</p>	<p>Оказує токсичну дію при інгаляції, через шкіру і при введенні внутрішньо в шлунок. Місцевою дією не володіє. Має період скритої дії від 10-ти діб до декілька тижнів. Збільшення дози не приводить до значного зменшення періоду скритої дії. Отруєння пов'язано з порушенням обміну речовин, ураженням печінки, атрофією лімфоїдної тканини,</p>	<p>Порушення обміну речовин зовні проявляється в втраті маси, різкому скороченню вживання води. Виражена дегідратація, зазвичай, попередник смерті. Характерна наявність набряків. Рідина скупчується в підшкірній клітковині спочатку навколо очей, потім розповсюджується на обличчя, шию, тулубу. З'являються важкі термінальні набряки, в головному підшкірної локалізації, однак частина рідини з'являється в черевній, грудній порожнині, в порожнині перикарду. Характерною проявою гострої інтоксифікації є вугри подібний</p>

Продовження таблиці 4.7

	порушенням функції нервової системи.	висип на обличчі і шиї, яка не піддається терапії. Крім того, розвиваються гіперкератоз шкіри, стіп і долонь, руйнуються нігті на руках і ногах, випадає волосся на обличчі, вії. Розвивається блефаліт.
Окисел вуглецю (речовина, що має загальну отруйну дію – отрута гемоглобіну)	Витісняє кисень із оксигемоглобіну. Наявність кисню може понижуватися до 8 % (аноксемія). Може оказувати безпосередню токсичну дію на клітини, порушуючи тканинне дихання. Пригнічує активність тиразнази і сукцінатдегідрогенази в печінці, серці і мозку. Оказує вплив на вуглеводний обмін, підвищує рівень цукру в крові. Порушує фосфорний обмін, сильно збуджує каротинні хімічні рецептори, порушує азотний обмін, викликає азотемію, змінює стан білків плазми, понижує активність холинестерази в крові і рівня вітаміну В ₆ .	При дії окислів вуглецю спостерігається важкість і відчуття стискування голови, сильна біль на лобі і скронях, головокружіння, почервоніння і печія шкіри обличчя, тремтіння, почуття слабкості і страху, спрага, частий пульс, пульсація артерій на скронях, нудота, блювота. У подальшому проява заціпенілості, слабості і байдужості, наростає сонливість і заціпеніння. Температура тіла може підвищуватися до 38–40 °С. В подальшому настає втрата свідомості, блювота, не довільне спорожнення сечового пузиря і шлунку. Смерть настає від зупинки дихання.
Фосген (речовина з переважною дією)	Є ацільуючим агентом, який взаємодіє з нуклеофільними групами ліпідів і білків, що входять до складу мембран клітин стінок альвеол і легеневих капілярів. Це приводить до порушення проникливості стінок альвеол і кровоносних судин, в результаті чого	При вдиханні пару відчувається запах прілого сіна (яблук). Період скритої дії триває 4–6 годин, але в залежності від отриманої дози може бути від 1 г до доби. Чим менше період скритої дії, тим більше несприятливий прогноз. Фізичне навантаження може привести до зменшення скритого періоду дії.

Продовження таблиці 4.7

удушення)	рідка частина крові (плазма) виходить в порожнину альвеол і розвивається набряк легенів.	У уражених виникають кашель, уповільнення дихання , болі в грудні при диханні.
Сірковуглець (нейротропна отрута)	Речовина володіє вираженою загальною резорбтивною дією, місцеві ефекти виражені слабо. Головний шлях попадання в організм – інгаляційний, можливе проникнення через непошкоджену шкіру. Високі концентрації діють наркотично. Хронічна дія малих концентрацій приводить до захворювання центральної, вегетативної, периферичної нервових систем, ендокринних і внутрішніх органів, системи крові. Сприяє розвитку серцево-судинних захворювань, виразкової хвороби шлунку і дванадцятипалої кишки, цукрового діабету	Головна біль, судинні рухові розлади, роздратування, розлад чутливості, біль у горлі, відчуття мурашок, легке сп'яніння, неправильне дихання. При дії високих концентрацій втрата свідомості можлива після декілька вдихів. Якщо потерпілий не виводиться з зараженого повітря, тоді настає глибокий наркоз, пропадають всі рефлексії, включаючи рогівковий і зіниць, смерть настає від зупинки дихання. При виносі ураженого із зараженого повітря безсвідомий стан змінюється психічним і рухомим збудженням і дезорганізацією.
Окисел етилену	Володіє місцевою і загальною резорбтивною дією. Мутаген і алкіліруючий агент.	При слабкій і середній інтоксифікації спостерігається роздратування слизових оболонок очей, слабке серцебиття, посмикування м'язів, почервоніння обличчя, головна біль, пониження слуху, ністагм, ацидоз, сильна блювотина. У випадку гострої інтоксифікації поява раптово сильної пульсуючої головної болі, головокружіння, невпевненість при русі, трудність при розмові, блювота, болі в ногах, в'ялість,

Продовження таблиці 4.7

(метаболічна отрута)	Наркотик з сильною специфічною отруйністю. Володіє дратуючою і сенсibilізуєчою дією.	скованість, спазми судин сітчатки. Діє на шкіру і слизисті оболонки очей. Ураження шкіри спостерігається при дії в рідкому, газоподібному стану і у виді розчинів. Легко проникає через одяг, взуття, рукавиці, чому часто розвиваються ураження не тільки відкритих, але і захищених часток шкіри.
Хлор (речовина з переважною дією удушення)	Роздратовує дихальні шляхи, може викликати набряк легенів. При дії хлору в крові порушується стан вільних амінокислот і знижується активність деяких оксидаз.	При незначних концентраціях спостерігається почервоніння кон'юнктиви, м'якого піднебіння і глотки, бронхіт, легка задишка, охриплість, чутливість здавлювання в грудині. При дії малих і середніх концентрацій спостерігаються болі за грудьми, печія і різь в очах, сльозотеча, важкий сухий кашель, збільшується задишка, прискорений пульс, початок виділення мокротиння з слизю і відхаркування пінистою жовтою або червоною рідиною. Іноді отруєння, яке перенесене на ногах, через декілька днів закінчується смертю. При попаданні в хмару з високими концентраціями може наступити раптова смерть із-за рефлекторного гальмування дихального центру. Потерпілий задихається, обличчя синіє, він мечеться, робить спробу бігти, але відразу падає і втрачає свідомість.
Фосген (речовина з	Є ациліруючим агентом, який взаємодіє з нуклеофільними групами ліпідів і білків, що входять до складу мембран клітин стінок альвеол і легеневої капілярів. Це приводить до	При вдиханні пару відчувається запах прілого сіна (яблук). Період скритої дії триває 4–6 годин, але в залежності від отриманої дози може бути від 1 г до доби. Чим менше період скритої дії, тим більше несприятливий прогноз.

Продовження таблиці 4.7

переважною дією удушення)	порушення проникливості стінок альвеол і кровоносних судин, в результаті чого рідка частина крові (плазма) виходить в порожнину альвеол і розвивається набряк легенів.	Фізичне навантаження може привести до зменшення скритого періоду дії. У уражених виникають кашель, уповільнення дихання, болі в грудині при диханні.
Сірковуглець (нейротропна отрута)	Речовина володіє вираженою загальною резорбтивною дією, місцеві ефекти виражені слабо. Головний шлях попадання в організм – інгаляційний, можливе проникнення через непошкоджену шкіру. Високі концентрації діють наркотично. Хронічна дія малих концентрацій приводить до захворювання центральної, вегетативної, периферичної нервових систем, ендокринних і внутрішніх органів, системи крові. Сприяє розвитку серцево-судинних захворювань, виразкової хвороби шлунку і дванадцятипалої кишки, цукрового діабету	Головна біль, судинні рухові розлади, роздратування, розлад чутливості, біль у горлі, відчуття мурашок, легке сп'яніння, неправильне дихання. При дії високих концентрацій втрата свідомості можлива після декілька вдихів. Якщо потерпілий не виводиться з зараженого повітря, тоді наступає глибокий наркоз, пропадають всі рефлекси, включаючи рогівковий і зіниць, смерть настає від зупинки дихання. При виносі ураженого із зараженого повітря безсвідомий стан змінюється психічним і рухомим збудженням і дезорганізацією.

4.5 Характер можливих хімічних надзвичайних ситуацій

Безпека функціонування хімічно небезпечних об'єктів залежить від багатьох факторів: фізико-хімічних властивостей сировини, напівпродуктів і продуктів, від характеру технологічного процесу і надійності обладнання, умов зберігання і транспортування хімічних речовин, стану контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації, ефективності засобів проти аварійного захисту і т.д. крім того, безпека виробництва, використання, зберігання і перевезення АХНР в значній мірі залежить від рівня організації профілактичної роботи, своєчасності і якості планових попереджувальних робіт, підготовленості і практичних навиків персоналу, системи нагляду за станом технічних засобів проти аварійного захисту. Критерії класифікації об'єктів і територій за ступенем хімічної небезпеки внаслідок можливих аварій з виливом (викидом) аварійно хімічно небезпечних речовин наведені в таблиці 4.8.

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 (вилівом) АХНР, на сьогодні неможливо виключати вірогідність виникнення аварій, які приведуть до ураження виробничого персоналу і населення, яке розташовано в районі функціонування хімічно небезпечного об'єкту.

Таблиця 4.8 – Критерії класифікації адміністративно-територіальних одиниць і об'єктів господарської діяльності за ступенем хімічної небезпеки

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

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

При аваріях на складах підприємств, коли руйнуються ємності, АХН розповсюджується за межі підприємства, що приводить до масового ураження не тільки персоналу підприємства, але і населення, що розташовано в зоні ураження суб'єкта господарської діяльності.

Місткість складів АХНР на будь-якому підприємстві визначається в залежності 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 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 і вибухової безпеки.

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

В результаті на великих хімічних підприємствах, а також на складах в 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 і тип ємностей вибираються виходячи із масштабів виробництва або використання, умов їх транспортування. Найбільш широке розповсюдження сьогодні отримали ємності циліндричної форми та шарові резервуари.

Місткість резервуарів буває різною. Хлор, наприклад, зберігається в ємкостях місткістю від 1 до 1 000 т, аміак – від 5 до 30000 т, синильна кислота – від 1 до 200 т, окисел етилену – в шарових резервуарах об'ємом 800 м³ і більше, окисел вуглецю, двоокис сірки, гідразин, тетраетилсвинець, сірковуглець – в ємкостях місткістю від 1 до 100 т.

Наземні резервуари, зазвичай, розміщуються групами. В кожній групі передбачається резервна ємність для перекачування АХНР на випадок їх виливу із якогось резервуару. Для кожної групи наземних резервуарів за периметром робиться замкнуте обвалування або загороджувальна стінка з негорючих 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 підлоги обвалування або загороджувальної стінки приймається рівною половині діаметру.

Відстань від складів АХНР об'ємом більше 8 000 м³ до населених пунктів повинна бути не менше 1 000 м. Відстань від складів з наземним розташуванням резервуарів до місць масового скупчення людей (стадіонів, базарів, парків тощо) збільшується в два рази.

Для зберігання АХНР на складах підприємств використовуються наступні головні способи:

- в 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 ємкостях (характерно для високо киплячих рідин).

Спосіб зберігання АХНР у більшості визначає їх поведінка при аваріях (розкриття, пошкодження, руйнування оболонок резервуарів).

У випадку **руйнування оболонки ємності**, що зберігала АХНР **під тиском**, і наступного розливу великої кількості речовини в піддон (обвалування) його попадання в повітря може здійснюватися на протязі тривалого часу. Процес випаровування в даному випадку можна умовно розділити на три періоди.

Перший період – бурне, майже моментальне випаровування за рахунок різниці пружності насиченого пару АХНР в ємності і парціального тиску в повітрі. Даний процес забезпечує головну кількість пару АХНР, що потрапляє в повітря за цей період часу. Крім того, частина АХНР переходить в пар за рахунок теплоутримання рідини, температури навколишнього повітря і сонцевої радіації. В результаті температура рідини знижується до температури кипіння. Враховуючи, що за даний 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 і притоку тепла від навколишнього повітря. Цей період характеризується, зазвичай, 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 випадку буде залежати від швидкості вітру, температури навколишнього повітря і рідкого шару. Підвід тепла від піддону (обвалування) практично буде дорівнювати нулю. Тривалість стаціонарного періоду в залежності від типу АХНР, його кількості і зовнішніх умов може складати години, добу і більше.

У випадку **руйнування оболонки ізотермічного сховища** і наступного розливу великої кількості АХНР в піддон (обвалування) випарування за рахунок різниці пружності насиченого пару АХНР в ємності і парціального тиску в повітрі у зв'язку з малим надмірним тиском майже не спостерігається. Для даного типу ємностей характерні періоди нестационарного і стаціонарного випаровування АХНР.

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

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

При відкритті оболонок з 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. Враховуючи малі швидкості випаровування таких АХНР, вони будуть являти собою небезпеку тільки для навколишніх, що знаходяться в районі аварії.

Треба відмітити, що на багатьох об'єктах скупчена значна кількість різних легко горючих речовин, у тому числі АХНР (аміак, окисел етилену, синильна кислота, окисел вуглецю та інші). Багато АХНР вибухонебезпечні (гідразин, окисли азоту та інші). Цю обставину необхідно враховувати при виникненні пожеж на об'єктах. Більше того, сама пожежа на підприємстві може сприяти виділенню різних отруйних речовин. Так наприклад, горіння поліуретану та інших пластмас приводить до виділення синильної кислоти, фосгену, окислу вуглецю, різних ізоціанатів, іноді діоксану та інших АХНР в небезпечних концентраціях, особливо в закритих приміщеннях. Характеристика основних груп АХНР і хімічних речовин, які виникають на хімічно небезпечних об'єктах при аваріях наведені в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Основні групи АХНР і речовини, які виникають при аваріях на ХНО

Група	Характеристика	Типові представники
1	Рідкі легкі АХНР, які зберігаються в ємностях під тиском (стиснуті і зріджені гази)	Хлор, сірчаний газ, сірководень, фосген, бромметил, окисел вуглецю
2	Легкі леткі АХНР, які зберігаються в ємностях без тиску	Нітро- і аміносполуки ароматичного ряду, синильна кислота, нітрил акрилової кислоти, тетраетилсвинець, хлорна суміш, дифосген, діхлоретан, хлорпикрин
3	Кислоти, які димлять	Сірчана – з щільністю понад 1,87 і більше, азотна – з густиною 1,4 і більше, хлорсульфонова і плавикова кислоти; хлорангідриди сірчаної, сирнистої і піросірчаної кислот

Продовження таблиці 4.9

4	Сипучі і тверді нелегкі АХНР і речовини, які зберігаються до 40 °С	Сулема, миш'яковистий ангідрид, фосфор жовтий, алкоїди, арсенат кальцію і натрію, арсенід кальцію тощо
5	Сипучі і тверді легкі АХНР і речовини при зберіганні до 40 °С	Солі синильної кислоти, ціаниста і оксидціаниста ртуть, ціаниста мідь, інші препарати, етилмеркурфосфат, етилмеркурхлорид, меркуран

Ось чому при організації робіт з ліквідації хімічної небезпечної аварії на об'єкті господарської діяльності і її наслідків необхідно враховувати не тільки фізико-хімічні властивості АХНР, але і їх вибухову і пожежну небезпеку, можливість виникнення протягом пожежі нових сильнодіючих отруйних речовин і на цій основі приймати необхідні заходи щодо захисту персоналу, який приймає участь в роботах.

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

Для будь-якої аварії характерні стадії виникнення, розвитку і спаду небезпеки. 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, приводить 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, в 1976 році в м. Севезо (Італія) в результаті руйнування на хімічному заводі одного із апаратів, в якому здійснювався синтез трихлорфенолу, в повітря була викинута хмара, яка крім головного продукту синтезу мало майже 4 кг діоксану. Хмара розповсюдилась на площі біля 18 км². В результаті хімічної небезпечної ситуації крім значної матеріальної шкоди, було уражено декілька сотень осіб, погинула більшість сільськогосподарських тварин. Приходилося здійснювати евакуацію населення та проводити дегазація місцевості майже на протязі 8 років.

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

Із цих особливостей хімічних небезпечних аварій слідує: захисні заходи і, понад все, прогнозування, вияв і періодичний контроль за змінами хімічної

обстановки, оповіщення персоналу підприємства, населення і сил ЦО, повинні проводитися з надзвичайно високою оперативністю; серед населення і сил ЦО, що знаходяться в зонах розповсюдження АХНР, можуть бути уражені, для обслідування яких і надання їм медичної допомоги знадобляться значні сили і засоби. Локалізація джерела поступу АХНР в довкілля має визначну роль в попередженні масового ураження людей. Швидке здійснення цієї задачі може направити аварійну ситуацію в контролюємо русло, зменшити викиди АХНР і значно знизити шкоду.

4.6 Організація ліквідації наслідків хімічних небезпечних надзвичайних ситуацій

Організація ліквідації хімічних небезпечних аварій (катастроф) залежить від масштабів і їх наслідків. Масштаб аварії визначається кількістю СДОР, які викинуті в атмосферу (на місцевість), і його розподілом за простором і часом, а також щільністю населення і наявністю особового складу сил ЦО, для яких створюється загроза ураження. Сукупність масштабів аварії, результатів дії хімічного зараження на сили ЦО і населення, об'єкти господарської діяльності і навколишнє природне середовище створюють наслідки хімічних небезпечних надзвичайних ситуацій.

Хімічні небезпечні надзвичайні ситуації, виходячи із протяжності меж розповсюдження сильнодіючих отруйних речовин і їх наслідків та матеріальних ресурсів, що необхідні для їх ліквідації прийнято розділяти на НС: загальнодержавного, регіонального, місцевого та об'єктового рівня.

Ліквідація наслідків надзвичайної ситуації об'єктового рівня здійснюється силами і засобами об'єктів господарської діяльності, 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 чотирьох змінне чергування і призначеного для ліквідації аварій і рятування людей; забезпечення безпеки, що займається перевіркою дотримання вимог безпеки на робочих місцях, в цехах (дільницях) і надання допомоги у виконанні цих завдань на об'єкті; технічного, завданням якого є забезпечення цехів (дільниць) підприємства засобами захисту і їх перевірка.

В кожному цеху (дільниці) об'єкта, який пов'язаний з виробництвом або використанням АХНР, повинні створюватися нештатні аварійні команди (групи).

Керівництво ліквідацією наслідків локальної хімічної аварії на підприємстві здійснює штаб проведення аварійних робіт на чолі з головним інженером об'єкту господарської діяльності.

До ліквідації наслідків місцевої хімічної аварії крім сил і засобів суб'єкта господарської діяльності можуть залучатися військові частини і невоєнізовані

формування цивільної оборони області (району, міста обласного підпорядкування). Керівництво ліквідацією місцевої хімічної аварії здійснює штаб проведення аварійних робіт або районна (міська) постійна комісія з питань техногенної і екологічної безпеки.

До ліквідації наслідків загальної хімічної аварії крім сил і засобів суб'єкту господарської діяльності (району, міста обласного підпорядкування, області) залучаються у разі необхідності сили ДСНС України, інших міністерств і відомств.

Керівництво роботами з ліквідації наслідків загальної хімічної аварії здійснює в залежності від масштабів обласна, районна, міська постійна комісія з питань техногенної та екологічної безпеки, а у 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 з локалізації і ліквідації їх 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 військ і сил цивільної оборони та сил міністерств і відомств та організації надання допомоги потерпілому населенню створюється оперативна група ДСНС України на чолі з одним із заступників державного секретаря ДСНС України.

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

При більш великих хімічних аваріях, що пов'язані з порушенням герметичності цистерн і значним викидом (виливом) АХНР, ліквідація аварії і її наслідків організується управлінням залізної дороги з участю місцевих державних адміністрацій. Якщо аварія виникла при перевезенні сильнодіючих отруйних речовин 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, військові частини і формування ЦЗ, а при необхідності сили інших міністерств і відомств.

Керівництво військовими частинами і силами ЦЗ, що залучаються до ліквідації транспортних хімічних аварій з виливом (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 і силам ЦЗ в районі аварії (катастрофи), недопущення подальших втрат, а також відновлення життєдіяльності населених пунктів та функціонування суб'єктів господарювання.

Комплекс заходів з ліквідації наслідків хімічної небезпечної надзвичайної ситуації включає:

- прогнозування можливих наслідків хімічних небезпечних аварій;
- виявлення і оцінка наслідків хімічних небезпечних аварій (катастроф);
- здійснення рятувальних і інших невідкладних аварійних відновлювальних робіт;
- ліквідацію хімічного зараження;
- проведення спеціального оброблення техніки і санітарного оброблення людей;
- надання медичної допомоги потерпілим; відновлення життєдіяльності населених пунктів та функціонування об'єктів господарської діяльності.

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

Виявлення наслідків аварії здійснюється проведенням хімічної і інженерної розвідки. Склад сил і засобів, що залучаються для виконання задач розвідки, залежить від характеру і 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 аварійні відновлювальні роботи проводяться з метою спасіння життя людей і надання допомоги потерпілим, локалізації і усунення аварійних пошкоджень, створення умов для наступного проведення робіт з 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 і виключення наступного ураження людей.

Спеціальне оброблення техніки і санітарне оброблення людей проводиться на виході із зон зараження і здійснюється з метою запобігання ураження людей сильнодіючими отруйними речовинами. Ефективність цих заходів залежить від своєчасного і якісного їх проведення.

Медична допомога потерпілим надається з метою зменшення загрози їх здоров'ю, послаблення дії на них аварійно хімічно небезпечних речовин.

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

При хімічній небезпечній надзвичайній ситуації керівник робіт з ліквідації її наслідків зобов'язаний:

- оцінити хімічну обстановку, визначити межі зон зараження, прийняти заходи щодо її позначення і оточення;
- виявити людей, що підверглися дії факторів ураження АХНР;
- розробити план ліквідації наслідків хімічної аварії, в якому в залежно від масштабів і характеру хімічного зараження викласти: коротку характеристику наслідків аварії та висновки із оцінки хімічної обстановки; задачі силам ЦЗ, що залучаються до робіт із ліквідації наслідків аварії; черговість робіт і 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 та порядок подання доповідей про виконання ходу 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;
- об'єм 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 й 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 в залежності від конкретних обставин може змінюватися:

- виявлення та контроль зони розповсюдження пару АХНР;
- оповіщення й евакуація населення, сил ЦО і 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 ємкостей і їх розповсюдження на місцевості;
- перекачування або збір АХНР в резервні ємності;
- організація дегазації (нейтралізації) техніки, що використовувалась у роботах;

– санітарне оброблення осіб, що брали участь у роботах.

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

Для керівництва силами і 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 5

ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО БІОЛОГІЧНІ НЕБЕЗПЕКИ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ МИРНОГО ТА ВОЄННОГО ЧАСУ. МЕТОДИ ПРОТИДІЇ БІОЛОГІЧНИЙ НЕБЕЗПЕЦІ

Питання для розгляду на лекції:

5.1 Поняття про біологічний терористичний акт та класифікація біологічних агентів.

5.2 Диверсійний метод застосування біологічних агентів і вибухи на об'єктах біотехнологічної промисловості.

5.3 Медико-санітарна характеристика епідемічних вогнищ, що виникають при біологічних терористичних актах.

5.4 Режимно-обмежувальні заходи в зонах поразки при біологічних терористичних актах.

5.5 Склад і структура спеціалізованих санітарно-епідеміологічних формувань.

Недосконалість механізмів контролю над дотриманням Конвенції з заборони хімічної та біологічної зброї викликає серйозну заклопотаність реальністю застосування терористами біологічних агентів як зброї. Стратегія національної охорони здоров'я в сфері інфекційних захворювань неминуче повинна враховувати проблему протидії тероризму, якій приділяють багато уваги уряду, громадськості й фахівці багатьох країн. Тероризм із застосуванням біологічних агентів (біотероризм) із чисто теоретичного явища починає набувати реальних рис. Дешевизна та відносна простота використання біологічних агентів для масової поразки населення робить їх переважними при здійсненні терористичних акцій. Ні в одній країні не існує досконалих заходів протидії терористичним атакам із застосуванням біологічних агентів.

5.1 Поняття про біологічний терористичний акт та класифікація біологічних агентів

Біологічний терористичний акт можна визначити як застосування біологічних агентів (патогенов) безпосередньо для навмисного прихованого зараження місця існування людини (повітря замкнутих просторів, місцевості з об'єктами, що знаходяться на ній, рослинністю, сільськогосподарськими культурами, води, відкритих водоймищ і водоводної мережі, продовольства, тварин) або ж шляхом здійснення вибухів, створенням умов для аварій іншим методом на об'єктах біотехнологічної промисловості, в мікробіологічних лабораторіях, що працюють із патогенними для людини та тварин мікроорганізмами з елімінацією останніх у зовнішнє середовище за межі цих об'єктів (лабораторій).

Зі всієї різноманітності патогенних мікроорганізмів, що існують у природі, як потенційні біологічні агенти практично можуть бути використані при біологічних терористичних актах тільки декілька десятків біологічних видів.

Для досягнення цілей біологічного терористичного акту до потенційних біологічних агентів, використовуваних у цих випадках, висуваються такі вимоги, тобто вони повинні володіти:

- необхідною вражальною ефективністю: достатньо висока летальність або, щонайменше, значна кількість важких форм захворювань із тривалою втратою працездатності;

- високою контагіозністю (заразливістю), тобто здатністю з високою частотою викликати виникнення захворювань серед неімунних контингентів при мінімальній дозі, що заражає (від 30 % і більше, від числа схильних до ризику зараження);

- значною стійкістю в зовнішньому середовищі.

Істотне значення надається також симптоматиці захворювань, що згубно впливає на тих, що оточують (додаткова психологічна дія біологічного терористичного акту).

Важливими критеріями визначення придатності біологічних агентів для застосування в терористичних цілях будуть:

- трудність виявлення агента після застосування в повітрі, воді, на різних об'єктах зовнішнього середовища;

- складність і тривалість лабораторного визначення виду агента;

- трудність швидкої діагностики збудника захворювання;

- здібність інфекції до широкого епідемічного розповсюдження;

- відсутність або недостатня ефективність засобів імунної й екстреної профілактики захворювань, що є зараз.

Відповідно до перелічених вимог до біологічних агентів у 1988 році Міністерством охорони здоров'я СРСР був затверджений перелік агентів, стосовно яких необхідно створювати засоби захисту та проводити захисні заходи. Необхідно відзначити, що у всіх опублікованих переліках кількісний і якісний склад біологічних агентів постійно змінюється, проте список «класичних» – вже достатньою мірою сформований і складається з таких агентів:

1. *Збудники вірусного походження* – натуральна віспа, геморагічна гарячка Марбурга, Ебола, Ласса, болівійська геморагічна гарячка, венесуельський енцефаломієліт коней, східний енцефаломієліт коней, жовта гарячка, японський енцефаліт, гарячка Денге, гарячка долини Ріфт, геморагічна гарячка з нирковим синдромом, Конго – кримська геморагічна гарячка.

2. *Збудники рикетсіозного походження*: епідемічний висипний тиф, плямиста гарячка скелястих гір, Кугорячка.

3. *Збудники бактерійного походження*: чума, сибірська виразка, туляремія, сап, меліюдоз, бруцельоз, легіонельоз.

4. *Токсини рослинного та тваринного походження*: ботулінічні токсини, правцевий, сибірковиразковий, шигельозний, стафілококові та ентеротоксини, рицина, нейротоксини тощо.

Інтерес до токсинів викликаний низкою переваг перед збудниками інфекційних захворювань. Вони стабільніші при зберіганні та застосуванні, їх можна легко й у великих кількостях отримати в науково-дослідницьких лабораторіях, можливе скритне застосування в диверсійно-терористичних цілях і, що дуже важливе, практично відсутній інкубаційний період захворювання, що наближає токсини за тактичними характеристиками до хімічних агентів.

Отже, перелік агентів, що включаються фахівцями в групу можливих біологічних засобів, які з великим ступенем вірогідності можуть бути використані терористами, на сьогодні декілька розширений завдяки збудникам вірусного походження й біологічних токсинів. Не виключено, що в нього також можуть увійти нові різновиди агентів, отриманих із використанням генного, – інженерних технологій. Разом з тим, слід особливо підкреслити, що арсенал засобів, що забезпечує ефективний захист населення від біологічних агентів, в першу чергу вірусного походження і біологічних токсинів, сьогодні далеко не повний. Усе це створює складнощі в питаннях специфічної та екстреної профілактики низки небезпечних інфекційних захворювань і поразок токсинами.

Зазвичай патогенні мікроорганізми володіють недостатньою стійкістю до дій несприятливих чинників зовнішнього середовища при зберіганні, транспортуванні та застосуванні як засіб терору. Тому вони можуть бути використані тільки у вигляді спеціальних приготованих біологічних рецептур.

Біологічна рецептура є сумішшю спеціальних препаратів, що забезпечують біологічному агенту найоптимальніші умови для збереження своїх уражальних властивостей.

За літературними даними, можливе використання терористами рецептур, що містять одночасно збудників чуми, туляремії, сибірської виразки, а також рецептур, що мають у своєму складі разом із біологічними, хімічні та радіоактивні агенти.

Біологічні рецептури можуть бути рідкими й порошкоподібними.

Порошкоподібна рецептура стійкіша при зберіганні, а рідка досить добре зберігає свої властивості при застосуванні в час теракту. Кількість життєздатних мікроорганізмів у ваговій або об'ємній одиниці рецептури може варіювати в широких межах, усереднене значення яких становить 10–10 живих мікробних клітин (жмк) в 1 г (мл) рецептури. Сухі (порошкоподібні) рецептури отримують з рідких методом сушки сублимації.

Для ухвалення оптимальних рішень при організації протибактеріологічного захисту населення та ліквідації медико-санітарних наслідків терористичних актів із застосуванням біологічних агентів доцільно використовувати нижче приведену класифікації біологічних агентів, що враховує їх базові властивості як засобу терору.

5.2 Диверсійний метод застосування біологічних агентів і вибухи на об'єктах біотехнологічній промисловості

Диверсійний метод – це навмисне зараження зовнішнього середовища (за допомогою різного диверсійного спорядження), замкнутих просторів повітря, води, продовольства (фуражу). Диверсійний метод є основним методом здійснення біологічного терористичного акту.

За допомогою малогабаритного диверсійного спорядження (портативних генераторів аерозолів, розпилювальних пеналів та інших пристроїв) можливо в певний момент здійснити зараження повітря в місцях масового скупчення людей, зараження води в системі міського водопроводу, що може призвести до виникнення серед населення раптових і важко з'ясовних спалахів, викликати загальну паніку, створити вкрай напружену суспільно-соціальну ситуацію й підірвати віру людей у здатність місцевої адміністрації та уряду країни забезпечити суспільну безпеку.

Об'єкти злочину при біологічному терористичному акті можна класифікувати в такий спосіб:

1. Окрема персона (громадський, державний діяч, промисловець, бізнесмен тощо).

2. Конкретна (обмежена) група осіб, тобто група, по стосовно до кожного члена якої, за задумом терористів, повинно бути проведено летальне або інше ушкодження здоров'ю.

Під групою осіб розуміється кількість людей, що не перевищує 50–100 осіб.

4. Випадкова (необмежена) група осіб або потік людей, що перевищує 100 осіб.

Відомо, що найбільший вражальний ефект може бути досягнутий при реалізації в результаті біологічного терористичного акту повітряно-крапельного (аерозольного, аспіраційного) механізму передачі заразливого початку. Отже, терористами насамперед найімовірніше буде використаний чинник обмеженого простору. Можна припустити такі моделі зон (або територій), найнебезпечніших із погляду диверсійного методу застосування біологічних агентів в умовах міста:

1. «Кімната» – замкнуте, погано вентильоване приміщення об'ємом до 400 м³.

2. «Зал» – приміщення, що має об'єм більше 400 м³.

3. «Будівля» – конструкція, що відрізняється від моделі «зал» наявністю вертикальних повітряних потоків і можливістю герметизації окремих приміщень.

4. «Тунель».

5. «Метро» – як сукупність «залів» і «тунелів».

6. «Ландшафтний жолоб» – простір, протяжний в одному напрямі й обмежений по краях у такий спосіб, що повітрообмін через ці межі утруднений, що дає змогу значний час підтримувати вражальну концентрацію біологічного аерозоля;

7. «Одиничний транспортний засіб» – автомобіль, автобус, морське, річкове, повітряне судно, вагон, залізничний склад тощо.

Дана класифікація враховує структурні і, в першу чергу, аеродинамічні особливості кожної моделі.

Другим за значенням механізмом передачі заразливого початку для досягнення істотного вражального ефекту при біологічному терористичному акті є фекально-оральний. За допомогою цього механізму передачі, використовуючи як кінцеві чинники передачі харчові продукти й воду, терористи можуть уразити значну кількість населення при мінімальній витраті біологічних засобів поразки.

Третім механізмом передачі заразливого початку, використовуваним при біологічному терористичному акті, може бути трансмісивний, що реалізовується шляхом розсіювання на місцевості або в приміщенні штучно заражених переносників (бліх, комарів, кліщів). Не дивлячись на малу вірогідність трансмісивної передачі інфекції при акті біотероризму, все-таки слід її враховувати.

Істотною трудностю є встановлення самого факту застосування біологічних агентів при терористичному акті. Перш за все це завдання вирішується шляхом правильної інтерпретації зовнішнього застосування біологічних агентів на території та об'єктах, що піддалися терористичному нападу (поява незвичайних запахів, диму, туману, наявність на ґрунті й навколишніх предметах крапель мутнуватої рідини, нальоту порошкоподібних речовин, уламків скла, пластмаси, інших залишків диверсійного устаткування (спорядження), наявність незвичайних для певної місцевості комах, кліщів і трупів гризунів поблизу передбачуваного місця проведення терористичного акту).

Скритність при проведенні біологічного теракту не виключає можливість появи інфекційних захворювань серед населення території або співробітників біотехнологічних об'єктів раніше, ніж буде встановлений факт застосування біологічних агентів при терористичному акті. У цих випадках санітарно-епідеміологічна служба та служба медицини катастроф зобов'язані провести докладне епідеміологічне обстеження вогнища захворювань із відбором проб повітря, змивів з об'єктів зовнішнього середовища, дослідженням зібраних комах, кліщів, трупів гризунів, виявлених на місцевості, дослідженням біоматеріалу від хворих і організувати проведення необхідного комплексу протиепідемічних заходів.

Разом із диверсійним методом безпосереднього застосування біологічних агентів вибухи на об'єктах біотехнологічної промисловості, в мікробіологічних лабораторіях науково-дослідницьких і практичних установ Міністерства охорони здоров'я, інших міністерств і відомств України за можливим характером медико-санітарних наслідків необхідно також віднести до біотерористичних актів.

Зазначені вище об'єкти за своїм походженням є штучними резервуарами заразливого початку й можуть бути віднесені, за аналогією до хімічно й радіаційно небезпечних об'єктів, до біологічно небезпечних об'єктів. Аварійні

ситуації, що сталися на цих об'єктах (не терористичного походження) повністю підтверджують це положення.

5.3 Медико-санітарна характеристика епідемічних вогнищ, що виникають при біологічних терористичних актах

Особливості епідемічних вогнищ, що виникають при біологічних терористичних актах

Вогнищем біологічного зараження є територія, що піддалася безпосередній дії біологічних засобів, що створюють небезпеку розповсюдження інфекційних захворювань.

Збудники інфекційних захворювань, що становлять найбільшу небезпеку при біологічних терористичних актах, поділяються відповідно до контагіозності на *особливо небезпечні* і *небезпечні*, а по нозоареалах на повсюдні й регіональні. Епідемічний процес в умовах НС при біологічних терористичних актах має специфіку в кожній із його ланок, а саме: джерело інфекції, механізм передачі інфекції, сприйнятливості населення.

Джерелами зараження людей, сільськогосподарських тварин і рослин слугують, зазвичай, об'єкти зі збудниками інфекцій, навмисне розповсюдження яких може спричинили тимчасове вогнище біологічного зараження. Розміри вогнища біологічного зараження залежатимуть від виду боеприпасів, бактерійної рецептури, кількості їх і способів застосування, а також від метеорологічних умов, швидкості виявлення та своєчасності проведення профілактики, лікування й дезінфекції. Найбільшу небезпеку становляють розпилювання бактерійних рецептур у вигляді аерозоля. При цьому в повітрі утворюється бактерійна хмара. Це хмара, переміщаючись у напрямі руху повітря, може осідати на ґрунт, воду, рослини та всі предмети, а також на шкірні покриви людей і тварин. Не виключено створення епідемічних вогнищ шляхом інфікування біологічними агентами продуктів харчування, вододжерел, фуражу тощо. При застосуванні біологічних засобів за допомогою переносників розміри вогнища біологічного зараження визначаються площею розповсюдження цих переносників.

Механізм передачі збудника інфекції зберігатиметься й діятиме у вогнищі протягом терміну виживання збудника в зовнішньому середовищі та за наявності серед постраждалого населення інфекційних хворих, що становлять небезпеку для оточення.

Крім того, аерозольний спосіб дозволяє розповсюдити збудників майже всіх інфекційних захворювань, навіть таких, які в природних умовах повітряно-крапельним шляхом не передаються (наприклад, бруцельоз, висипний тиф, жовта гарячка тощо).

У цьому разі унаслідок потрапляння до організму великих доз збудника через органи дихання та шкірні покриви можливі захворювання людей навіть за наявності імунітету.

Отже, епідемічне вогнище, що виникло при біологічних терористичних актах, має такі біологічні особливості:

- масове зараження людей і формування множинних вогнищ завдяки активації механізмів передачі збудників інфекцій;
- значна тривалість дії джерел інфекції, що заражає;
- відсутність захисту населення від контакту із заразливими хворими; навколишнім середовищем, що становить епідемічну небезпеку.

Перелічені вище особливості визначають специфіку організації заходів щодо локалізації та ліквідації епідемічних вогнищ у зоні НС, пов'язаній з біологічним тероризмом.

Оцінка санітарно-епідеміологічної стимуляції в епідемічних вогнищах.

Епідеміологічна обстановка, як частина загальної медико-тактичної ситуації, визначається, насамперед, характером так званої планованої антропогенної катастрофи, до якої належить біологічний терористичний акт.

При диверсіях (вибухах) у НДІ і лабораторіях, що працюють зі збудниками захворювань як початок, що заражає, виступають не природні джерела інфекції, а «штучні резервуари» (ємності), заповнені мікробними біомасами, пошкоджені у момент вибуху. Масштаби поразки у цьому разі залежать від кількості мікробного матеріалу, що потрапив у зовнішнє середовище, його фізичного стану, вірулентності.

Уражаються насамперед співробітники конкретного НДІ (лабораторії), населення найближчих до біологічного об'єкту житлових будинків, виробництв і населення районів розповсюдження біологічного аерозоля. Зазвичай, ті та інші не стають джерелами інфекції, а епідемічний процес, якщо він і з'являється, має затухаючий характер.

На відміну від цього, при терористичних актах із безпосереднім використанням біологічних агентів найбільш вірогідне виникнення великомасштабної катастрофи, оскільки разом з безпосередньою поразкою і забрудненням території та об'єктів може відбуватися розмноження мікроорганізмів, що викликають вторинні санітарні втрати.

При природній катастрофі залучені в неї інфекційні хворі продовжують залишатися джерелами інфекції. Тому інфекційні захворювання можуть з'являтися після інкубаційного періоду, що почався в різний час до виникнення катастрофи, і епідемічний процес продовжується.

На відміну від цього, у момент антропогенної катастрофи відбувається зараження значного контингенту людей, а поява перших ознак захворювань відбувається, зазвичай, одномоментно, при досягненні збудником специфічної локалізації. Інкубаційний період завершується, і хворі стають джерелами інфекції; з цієї миті від них можливий розвиток епідемічного процесу.

Процес переходу патогенетичної фази в епідемічну займає декілька діб і визначається походженням і дозою збудника, резистентністю мікроорганізму й іншими чинниками. Облік і раціональне використання цього часу (проведення екстреної профілактики) дуже важливі для переривання епідемічного процесу.

Первинні розміри антропогенних біологічних вогнищ і здатність уражувати ними населення визначаються, на відміну від природних, певною кількістю фізичних і біологічних чинників. До них належать: початкова кількість біомаси, ступінь її дисперування (розсіювання) у момент аварії (терористичного акту), характер місцевості, стійкість атмосфери, метеорологічні чинники; до другої – вірулентність, доза інфікування, швидкість природного відмирання мікроорганізмів (біологічний розпад), специфічна та неспецифічна резистентність осіб, що піддалися зараженню.

Оцінка епідеміологічної ситуації включає параметри як власне епідеміологічної ситуації, що оцінюється за якісними відмінностями як благополучна, нестійка, неблагополучна та надзвичайна, так і біологічної ситуації, унаслідок чого встановлюються: межі вогнища, величина санітарних втрат і динаміка їх формування в часі, забрудненість об'єктів зовнішнього середовища мікробними масами і період їх самознезаражування, час можливого переходу патогенетичної фази в епідемічну, кількість хворих із-поміж тих, що заразилися.

Отримані дані є початковими для розрахунку сил і засобів, необхідних для ліквідації медико-санітарних наслідків біологічного терористичного акту.

Прогнозування санітарно-епідеміологічних наслідків біологічних терористичних актів

Прогнозування санітарно-епідеміологічних наслідків надзвичайної ситуації будь-якого походження є обов'язковим елементом підготовки вихідних даних для планування оптимальних профілактичних і протиепідемічних заходів з метою мінімізації можливого збитку й ліквідації медико-санітарних наслідків у найкоротший період. Від точності прогнозу можливого розвитку епідемічної ситуації здебільшого залежить раціональне використання наявних сил і засобів, в умовах їхньої невідповідності масштабам необхідних робіт з надання медико-санітарної допомоги в зонах біологічного ураження при актах біотероризму.

Прогнозування санітарно-епідеміологічних наслідків біологічного акту ведеться поетапно:

- прогноз вірогідності проведення біологічного терористичного акту на певній території, об'єкті;
- наслідки можливого біологічного терористичного акту для населення (співробітників біологічно небезпечного об'єкту), що знаходиться в зоні біологічного ураження;
- можливі межі зони біологічного ураження;
- концентрація мікроорганізмів (токсинів) в атмосферному повітрі, водоймищах (вододжерелах), ступінь контамінації об'єктів зовнішнього середовища в межах зони біологічного ураження.

У цих цілях для виконання конкретних завдань створюються спеціальні комп'ютерні програми на основі математичних методів розрахунку з використанням ЕОМ для збору й обробки первинної інформації про стан навколишнього середовища у момент терористичного акту та для

прогнозування подальшого розвитку подій, тобто динаміки епідеміологічної ситуації. Використання комп'ютерних технологій для складноорганізованої обробки великих обсягів інформації забезпечує отримання як якісних, так і кількісних оцінок, ефективного проведення попереджувальних і оперативних заходів.

Створюються бази даних по аварійних ситуаціях, що вже відбулися, на біологічно небезпечних об'єктах на основі довідкового матеріалу, які дають змогу витягувати необхідну інформацію з підсистеми екологічної звітності аварій, що відбулися, що може використовуватися для оперативного прогнозування розповсюдження біологічних аерозолів в атмосфері спільно з підсистемою розрахунків розповсюдження забруднення, що виникло внаслідок аварійних викидів шкідливих речовин, які включають спрощені моделі для проведення експрес-прогнозу в умовах часу та простору, і точнішими, – для моделювання подальших наслідків біологічного терористичного акту.

Для прогнозування санітарно-епідеміологічних наслідків у зонах біологічного ураження також використовуються експертні системи підготовки рекомендацій для осіб, що ухвалюють рішення, які пропонуються на основі зіставлення розрахункових параметрів викидів біомаси при аваріях на біологічно небезпечних об'єктах.

Система дає змогу аналізувати типові ситуації викидів біомаси та виявляти найуразливіші ділянки на об'єкті й навколишній території. Комп'ютерне моделювання будується на основі спеціальних методик і дозволяє розрахувати напрям і час руху біологічного аерозоля.

Прогнозування дозволить відповісти на такі питання:

- розподіл на території мікроорганізмів (токсинів) в той або інший момент після біологічного терористичного акту;
- рівень інфекційної захворюваності серед населення, що потрапило в зону біологічного ураження;
- напрям руху хмари біологічного аерозоля;
- концентрація мікроорганізмів (токсинів) у приземному шарі атмосфери;
- особливості місцевих метеорологічних умов, рози вітрів, розподіл концентрації біомаси в поточних метеоумовах (характеристики розподілу дифузії біомаси в штильових умовах і під час вітру розрізняються настільки, що для їх опису потрібні різні моделі);
- характер розповсюдження аерозоля та контамінації об'єктів зовнішнього середовища, залежний від стану атмосфери, рельєфу місцевості й інших умов;
- необхідні ресурси і час для ліквідації наслідків проведеного теракту в зоні біологічного ураження.

Для аналізу подій істотним є облік часу біологічного розпаду в хмарі аерозоля та на об'єктах зовнішнього середовища, що істотно для визначення ступеня небезпеки й розрахунку часу необхідного для вживання екстрених заходів.

Прогноз санітарно-епідеміологічних наслідків у зонах біологічного ураження ускладнюється низкою чинників:

- раптовістю проведення теракту, скритністю його, раптовістю появи епідемічних вогнищ;
- втратою контролю над біологічно небезпечними об'єктами у момент теракту й викиду біомаси в зовнішнє середовище;
- трудностю встановлення чітких меж зон біологічного ураження;
- можливістю утворення епідемічних вогнищ унаслідок вторинних заражень від хворих у результаті зараження у момент теракту.

Загальним недоліком є те, що інформація про аварійні ситуації на біологічно небезпечних об'єктах вкрай мізерна внаслідок недосконалої організації. Відомості про ці аварії не стандартизовані, що вельми утруднює їх оцінку, зіставлення різних епізодів, прогнозування санітарно-епідеміологічних наслідків. Крім того, унаслідок відомчої роз'єднаності відсутнє накопичення даних про аварії на біологічно небезпечних об'єктах та їх комплексний аналіз.

Одним із перших кроків у розв'язанні цієї складної проблеми повинне стати створення банків даних, що включають можливо повнішу інформацію про всі види аварій на біологічно небезпечних об'єктах, а також матеріали по моніторингу навколишнього середовища, зокрема хімічні та фізичні чинники (у зокрема й про біоценоз).

Необхідне проведення комплексного аналізу різних форм вхідного і вихідного потоків, дослідження та розробка алгоритмів і єдиних програмних засобів для реалізації згаданих вище цілей.

При оцінці можливих наслідків теракту необхідно зважаючи на можливі максимально важкі ситуації із застосуванням найбільш вірулентних і токсигенних штамів відомих мікроорганізмів.

Досвід участі санітарно-епідеміологічної служби в ліквідації наслідків аварій на біологічно небезпечних об'єктах довів, що профілактичні та протиепідемічні заходи, що проводяться в місцях аварій, потрібно умовно розподілити на групи: заходи, що здійснюються до аварії та здійснювані в подальшому. Перша група включає експертну оцінку ступеня біологічної небезпеки аварій у тому або іншому регіоні, на об'єктах і в населених пунктах. З цією метою продовжується робота з розробки моделей можливих варіантів катастроф, визначаються чинники ризиків, що становлять небезпеку для персоналу й населення. У подальшому експертна оцінка та моделювання сприяють прогнозуванню аварійних ситуацій унаслідок теракту в просторовому й у тимчасовому вимірюванні.

У перші години після теракту оперативна група у складі фахівців медико-профілактичного профілю, що включає мікробіолога, інфекціоніста й епідеміолога, повинна бути направлена в зону біологічного ураження для участі в проведенні розвідки.

Висока кваліфікація учасників розвідки, застосування ними засобів експрес-діагности дають змогу визначити розміри зони ураження і, використовуючи спеціальні засоби зв'язку, викликати відповідне підкріплення,

необхідне для надання більшої об'єктивності методам індикації та проведення остаточної оцінки ситуації.

5.4 Режимно-обмежувальні заходи в зонах поразки при біологічних терористичних актах

У загальній системі протиепідемічних заходів, спрямованих на ліквідацію медико-санітарних наслідків біологічного терористичного акту, важливе місце займають режимно-обмежувальні заходи, організовані поразки, що проводяться в зонах.

Вони організовуються та проводяться в цілях попередження винесення й подальшого розповсюдження інфекцій за межі виниклих епідемічних вогнищ (зон біологічного ураження), і є комплексом режимних, обмежувальних і медичних заходів, які залежно від епідеміологічних особливостей інфекції та епідемічної та біологічної ситуації, що склалася, підрозділяються на обсервацію та карантин.

Карантин – система тимчасових організаційних, режимно-обмежувальних, адміністративно-господарських, санітарно-епідеміологічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на попередження розповсюдження інфекційної хвороби й забезпечення локалізації епідемічного, епізоотичного або епіфітотичного вогнищ і подальшу їх ліквідацію.

Карантин накладається рішенням санітарно-протиепідемічної комісії та вводиться при підозрі на безпосереднє застосування при біотерористичному акті як біологічний агент збудників особливо небезпечних інфекцій або при вибуху в результаті теракту на біологічно небезпечному об'єкті, внаслідок якого можливий викид у зовнішнє середовище збудників особливо небезпечних інфекцій або ж появу у вогнищі біологічного зараження серед населення, співробітників біологічно небезпечного об'єкта хворих або підозрілих на захворювання особливо небезпечними інфекціями, групових захворювань контагіозними інфекціями з їх наростанням у короткий термін.

Обсервація – режимно-обмежувальні заходи, що передбачають разом з посиленням медичного й ветеринарного спостереження та проведенням протиепідемічних, лікувально-профілактичних і ветеринарно-санітарних заходів, обмеження переміщення й пересування людей або сільськогосподарських тварин у всіх суміжних із зоною карантину адміністративно-територіальних утвореннях, які створюють зону обсервації.

Обсервація в зоні ураження при біологічному терористичному акті вводиться рішенням санітарно-протиепідемічної комісії при встановленні факту застосування як біологічний агент збудників неконтагіозних інфекцій, а також на територіях з неблагополучним або надзвичайним санітарно-епідемічним станом і появою одиничних випадків контагіозних інфекцій (за винятком).

Озброєна охорона (оточення) карантинизованої території має на меті забезпечити її ізоляцію та виключити винесення інфекції за її межі. Вона

здійснюється силами й засобами МВС сумісно з військовими підрозділами Міноборони, шляхом виставляння постів охорони по периметру вогнища зараження, на основних шляхах руху людей і транспорту й цілодобового патрулювання між постами охорони, здійснення строгого контролю за пересуванням населення між окремими карантинизованими населеними пунктами, встановлення обмежувальних знаків, покажчиків і виставляння постів на путівцях, стежинах.

Для контролю за здійсненням протиепідемічного режиму при виїзді та в'їзді населення, вивозі вантажу розгортаються спеціальні підрозділи – контрольно-пропускні пункти далі – (КПП), що включають у свій склад санітарно-контрольні пункти далі – (СКП).

5.5 Склад і структура спеціалізованих санітарно-епідеміологічних формувань

Для організації та проведення санітарно-протиепідемічних заходів щодо локалізації та ліквідації медико-санітарних наслідків терористичних актів біологічного характеру територіальні (міські (м. Київ та м. Севастополь), обласні, республіканські (АР Крим)) санітарно-епідемічні й протичумні установи створюють спеціалізовані формування підвищеної готовності (швидкого реагування).

Спецформування Державної санітарно-епідеміологічної служби призначені для організації та проведення оперативних санітарно-протиепідемічних заходів щодо попередження виникнення, локалізації та ліквідації наслідків біотерактів.

Кількість формувань і їхня чисельність визначаються характером і обсягом завдань, що вирішуються службою в районі здійснення теракту, наявністю людських ресурсів і матеріальних засобів, а також відповідно до особливостей місцевих умов.

Створення спецформувань припускає укомплектовування їх особовим складом, оснащення транспортом, спеціальною технікою, приладами, апаратурою, медичним майном і підготовку фахівців з відповідних програм.

До складу сил і засобів Державної санітарно-епідеміологічної служби входять такі спецформування:

1. Санітарно-епідеміологічні загони (далі – СЕЗ).
2. Санітарно-епідеміологічні бригади (далі – СЕБ).
3. Групи санітарно-епідеміологічної розвідки (далі – ГСЕР).
4. Спеціалізовані протиепідемічні бригади (далі – СПЕБ).

СЕЗ є мобільним спецформуванням, здатним працювати як єдиною структурою, так і у вигляді окремих СЕБ, ГСЕР залежно від виду теракту й конкретних умов щодо його здійснення та прояву.

Відповідно до реальних можливостей забезпечення додатковим спецмайном, при перевозі і роботі в режимі НС по локалізації і ліквідації медико-санітарних наслідків терактів різного характеру, розгортають не всю структуру СЕЗ, а його окремі підрозділи.

Розгортання й функціонування СЕЗ або його підрозділів (СЕБ, ГСЕР) здійснюється в процесі здійснення біотерактів і визначається Головним державним санітарним лікарем відповідної території залежно від вигляду, масштабу теракту і санітарно-епідеміологічної ситуації.

Основним завданням спецформувань санітарно-епідеміологічної служби є організація та проведення протиепідемічних і профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя та здоров'я постраждалого населення, підтримка санітарно-епідеміологічного благополуччя в зоні біотерористичного акту.

У режимі повсякденної діяльності на спецформування покладені такі функції підтримки високої готовності: планова підготовка й вдосконалення навчання фахівців, проведення тренувальних учень, навчання населення способам захисту від інфекційних хвороб, створення та підтримка спеціальних фінансових фондів, необхідного резерву лабораторного устаткування, засобів індивідуального захисту, запасів діагностичних препаратів, забезпечення їх своєчасної заміни й поповнення.

У режимі підвищеної готовності:

- посилення спостереження за епідемічною ситуацією в зоні відповідальності в разі загрози здійснення біотерористичного акту;

- напрям за необхідності груп експертів для проведення оцінки епідситуації та вироблення пропозицій за обсягом і характером необхідних протиепідемічних заходів;

- розробка пропозицій;

- посилення чергово-диспетчерської служби;

- вживання заходів із захисту населення;

- підвищення готовності сил і засобів для ліквідації епідемічного вогнища, викликаного біотерористичним актом;

- уточнення планів.

У режимі надзвичайної ситуації:

- проведення першочергових протиепідемічних заходів;

- організація захисту населення від наслідків біотерористичного акту.

Спецформування прибувають на місце після отримання сигналу про ЧС біотерористичного характеру, оцінюють обстановку шляхом проведення санітарно-епідеміологічної розвідки; встановлюють зв'язок зі штабом керівництва рятувальними роботами МНС України, який інформують про вжиті заходи та прогноз епідемічної ситуації, що склалася, координують роботу окремих підрозділів.

Найбільш ефективним, мобільним і могутнім спецформуванням, здатним до швидкого розгортання в польових умовах і до автономної діяльності, є СПЕБ.

ЛЕКЦІЯ 6

МЕТОДИ ТА ПРИЛАДИ РАДІАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ ТА КОНТРОЛЮ

Питання для розгляду на лекції:

6.1 Розвідка в інтересах захисту персоналу об'єктів та населення.

6.2 Методи, що застосовують в основі дозиметричних і радіометричних приладів.

6.3 Класифікація дозиметричних приладів.

6.4 Характеристики деяких приладів радіаційної розвідки та дозиметричного контролю.

6.1 Розвідка в інтересах захисту персоналу об'єктів та населення

Розвідка організується та проводиться з метою виявлення ситуації, що склалася внаслідок надзвичайних ситуацій техногенного, природного та екологічного походження. За характером задач розвідка поділяється на загальну й спеціальну, а за способом виявлення даних – на повітряну, річну (морську) і наземну.

Загальна розвідка проводиться з метою отримання даних, які необхідні для прийняття кінцевого рішення на проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт в осередках ураження, районах стихійного лиха, великих аварій і катастроф.

Спеціальна розвідка проводиться з метою отримання повніших даних про характер радіоактивного, хімічного й біологічного зараження місцевості, повітря та джерел води, уточнення пожежної, медичної та ветеринарної ситуації, виявлення характеру руйнувань споруд і комунікацій комунальних та енергетичних систем.

Загальну розвідку проводять: літаки й вертольоти; система спостереження й лабораторного контролю (СЕС, ветлабораторії); ланки річної (морської) розвідки; ланки розвідки на засобах залізничного транспорту; розвідувальні підрозділи Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту; розвідувальні групи міста, району, суб'єкта господарської діяльності.

Спеціальну розвідку проводять:

- групи радіаційної розвідки;
- групи хімічної розвідки;
- групи пожежної розвідки;
- групи інженерної розвідки;
- групи медичної розвідки;
- групи епідемічної розвідки;
- ланки ветеринарної та фітопатологічної розвідки;
- пости радіаційного й хімічного спостереження.

Призначення розвідувальних підрозділів військових частин і невоєнізованих формувань цивільної оборони, їхні можливості щодо проведення розвідки та технічні засоби, що використовуються, визначаються територіальними органами ЦО та з НС (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Розвідувальні підрозділи, технічні засоби та орієнтовні можливості розвідки

Розвідувальний підрозділ (формування)	Призначення розвідувального підрозділу (формування)	Технічні засоби	Орієнтовні можливості проведення розвідки
Загальна розвідка			
1	2	3	4
Рота розвідки (30 осіб)	Проведення розвідки на маршрутах вводу сил ЦО в райони стихійного лиха з метою виявлення наявності та ступеня зараження, характеру руйнувань і пожежної обстановки	РМ-3, БРДМ-2 рх-1, УАЗ-452 рх-6, ДП-3Б, ДП-5, ГСП-11, ВПХР, ППХР, КЗО, Р-113	Розвідка трьох маршрутів на всю глибину міста (району)
Взвод розвідки (10 осіб)	Проведення розвідки на маршрутах вводу сил ЦО в осередки ураження й на об'єктах рятувальних робіт із метою виявлення наявності й ступеня зараження, характеру руйнувань і пожежної ситуації	УАЗ - 452 рх-3, ДП-3Б, ДП-5, ГСП-11, ВПХР, ППХР, КЗО, Р-113	Розвідка одного маршруту на всю глибину міста (району)
Розвідувальна група (16 осіб)	Проведення розвідки на маршрутах вводу сил ЦО в осередки ураження та на об'єктах рятувальних робіт	Автомобілі-1 (2–3), ДП-5, ДП-3Б, ВПХР, МК, Р-105 (109)	Розвідка маршруту або 8–12 споруд за 30–40 хвилин
Екіпаж розвідувального літака (вертольоту) (4 особи)	Проведення розвідки в зонах стихійного лиха, на маршрутах вводу сил ЦО з метою отримання даних про обстановку	АН-2, Мі-4, Мі-8 тощо, ДП-3Б (РАП-1)	Розвідка за 1 год районів місцевості на площі маршрутів протяжністю 220 (120) км або 700 (300) км ²
Ланка річної (морської) розвідки (5 осіб)	Проведення розвідки на прибережній території, в портах, на пристанях, причалах і в акваторіях з метою виявлення наявності та ступеня зараження, характеру руйнування й пожежної обстановки.	Судна: «Ракета», «Комета», «Зоря» та інші, катера: Проекту 370, 360, «Стріла», ДП-5, ДП-3Б, ВПХР	Розвідка одного напрямку
Ланка розвідки на залізничному транспорті (5 осіб)	Проведення розвідки на залізничних коліях, станціях, прилеглих територіях із метою виявлення наявності та ступеня зараження, характеру руйнування й пожежної обстановки	Локомотиви, дрезини, ДП-5, ДП-3Б, ВПХР	Розвідка одного напрямку

Продовження таблиці 6.1

Спеціальна розвідка			
1	2	3	4
Група радіаційної та хімічної розвідки (14 осіб)	Проведення розвідки з метою визначення наявності та ступеня зараження місцевості, води та інших об'єктів навколишнього середовища РР і ОР; виявлення ділянок і маршрутів із найменшими рівнями радіації; позначення меж заражених ділянок і шляхів їх обходу; контролю за змінами ступеню зараження місцевості й об'єктів	2-3 автомобіля, ДП-5, ДП-3Б, ВПХР, КЗО, МК, Р-105 (109)	Радіаційна розвідка 2-3 маршрутів протяжністю до 50 км або розвідка одного осередку хімічного зараження на площі 25 км ² за 1 год.
Група пожежної розвідки (2-3 пожежні відділення)	Виявлення пожежної ситуації на маршрутах вводу сил, в осередку ураження; встановлення осередків суцільних пожеж, можливості їх обходу, гасіння або локалізації; визначення потреб в протипожежних силах і рубежів їх розгортання; виявлення джерел води і визначення способів її подання; визначення шляхів евакуації людей із небезпечних місць; встановлення небезпеки вибухів виробничої апаратури.	Відповідно до табеля оснащення	Розвідка одного маршруту й одного осередку суцільного вогню
Група інженерної розвідки (21 осіб)	Визначення стану доріг, мостів, шляхопроводів, ліній і об'єктів зв'язку, гідротехнічних, комунальних і енергетичних споруд і комунікацій, визначення ступеню їх руйнування і можливостей відновлення; визначення ступеню і характеру руйнування об'єктів, характеру завалів; вияснення умов проведення невідкладних аварійно-відновлювальних робіт, використання інженерної техніки і формувань	Відповідно табелю оснащення	За 10 годин: розвідка 2-3 маршрутів протяжністю 75-100 км; розвідка осередку ураження на площі 1 км ² ; розвідка 20-30 завалених сховищ або укриттів.

1	2	3	4
Група радіаційної та хімічної розвідки (14 осіб)	Проведення розвідки з метою визначення наявності та ступеня зараження місцевості, води та інших об'єктів навколишнього середовища РР і ОР; виявлення ділянок і маршрутів з найменшими рівнями радіації; позначення меж заражених ділянок і шляхів їх обходу; контролю за змінами ступеня зараження місцевості й об'єктів	2–3 автомобіля, ДП-5, ДП-3Б, ВПХР, КЗО, МК, Р-105 (109)	Радіаційна розвідка 2–3 маршрутів протяжністю до 50 км або розвідка одного осередку хімічного зараження на площі 25 км ² за 1 год.
Група пожежної розвідки (2–3 пожежні відділення)	Виявлення пожежної ситуації на маршрутах вводу сил, в осередку ураження; встановлення осередків суцільних пожеж, можливості їх обходу, гасіння або локалізації; визначення потреб у протипожежних силах і рубежів їх розгортання; виявлення джерел води й визначення способів її подання; визначення шляхів евакуації людей із небезпечних місць; встановлення небезпеки вибухів виробничої апаратури	Відповідно до табеля оснащення	Розвідка одного маршруту й одного осередку суцільного вогню
Група інженерної розвідки (21 осіб)	Визначення стану доріг, мостів, шляхопроводів, ліній і об'єктів зв'язку, гідротехнічних, комунальних і енергетичних споруд і комунікацій, визначення ступеня їх руйнування й можливостей відновлення; визначення ступеня та характеру руйнування об'єктів, характеру завалів; вияснення умов проведення невідкладних аварійно-відновлювальних робіт, використання інженерної техніки й формувань.	Відповідно до табеля оснащення	За 10 годин: розвідка 2–3 маршрутів протяжністю 75–100 км; розвідка осередку ураження на площі 1 км ² ; розвідка 20–30 завалених сховищ або укриттів.

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
Група радіаційної і хімічної розвідки (14 осіб)	Проведення розвідки з метою визначення наявності і ступеню зараження місцевості, води та інших об'єктів навколишнього середовища РР і ОР; виявлення ділянок і маршрутів з найменшими рівнями радіації; позначення меж заражених ділянок і шляхів їх обходу; контролю за змінами ступеню зараження місцевості і об'єктів.	2–3 автомобіля, ДП-5, ДП-3Б, ВПХР, КЗО, МК, Р-105 (109)	Радіаційна розвідка 2–3 маршрутів протяжністю до 50 км або розвідка одного осередку хімічного зараження на площі 25 км ² за 1 год.

6.2 Методи, що застосовують в основі дозиметричних і радіометричних приладів

Виявлення радіоактивних речовин та іонізуючих (радіоактивних) випромінювань (нейтронів, гамма-променів, бета й альфа-частинок) ґрунтується на здатності цих випромінювань іонізувати речовину середовища, в якій вони поширюються.

При іонізації відбуваються хімічні та фізичні зміни у речовині, які можна виявити й виміряти. Іонізація середовища призводить до: такого засвічування фотопластинок і фотопаперу, зміни кольору пофарбування, прозорості, опору деяких хімічних розчинів, зміни електропровідності речовин (газів, рідин, твердих матеріалів), люмінесценції (світіння) деяких речовин.

В основі дозиметричних і радіометричних приладів застосовують такі методи індикації: фотографічний, сцинтиляційний, хімічний, іонізаційний, калориметричний, нейтронно-активаційний.

Крім цього, дози можна визначати за допомогою біологічного та розрахункового методів.

Фотографічний метод оснований на зміні ступеня почорніння фотоемульсії під дією радіаційних випромінювань.

Гамма-промені, впливаючи на молекули бромистого срібла, яке знаходиться в фотоемульсії, призводять до розпаду й утворення срібла та бромиду.

Кристали срібла спричиняють почорніння фотопластин чи фотопаперу при проявленні. Одержану дозу випромінювання (експозиційну або поглинуту) можна визначити, порівнюючи почорніння плівки чи паперу з еталоном.

Сцинтиляційний метод полягає у тому, що під дією радіоактивних випромінювань деякі речовини (сірчастий цинк, йодистий натрій) – світяться.

Спалахи світла, які виникають, реєструються й фотоелементним посилювачем перетворюються на електричний струм. Вимірюваний анодний струм і швидкість рахунку (рахунковий режим) пропорційні рівням радіації.

Хімічний метод оснований на властивості деяких хімічних речовин під дією радіоактивних випромінювань унаслідок окислювальних або відновних реакцій змінювати свою структуру або колір. Так, хлороформ у воді при опроміненні розкладається з утворенням соляної кислоти, яка вступає у кольорову реакцію з барвником, доданим до хлороформу.

У кислому середовищі двовалентне залізо окислюється в тривалентне під впливом вільних радикалів HO_2 і OH , які утворюються у воді при її опроміненні. Тривалентне залізо з барвником дає кольорову реакцію.

Інтенсивність зміни кольору індикатора залежить від кількості соляної кислоти, яка утворилась під впливом радіоактивного випромінювання, а її кількість пропорційна дозі радіоактивного випромінювання.

За інтенсивністю утвореного забарвлення, яке порівнюють з еталоном, визначають дозу радіоактивних випромінювань. За цим методом працюють хімічні дозиметри ДП-20 і ДП-70М.

Іонізаційний метод полягає в тому, що під дією радіоактивних випромінювань в ізольованому об'ємі відбувається іонізація газу й електрично нейтральні атоми (молекули) газу розділяються на позитивні й негативні іони.

Якщо в цьому об'ємі помістити два електроди та створити електричне поле, то під дією сил електричного поля електрони з від'ємним зарядом будуть переміщуватися до аноду, а позитивно заряджені іони – до катоду. Отже, між електродами буде проходити електричний струм, названий іонізуючим струмом. Тому, можна робити висновки про інтенсивність іонізаційних випромінювань. Зі збільшенням інтенсивності, а відповідно й іонізаційної здатності радіоактивних випромінювань, збільшується й сила іонізуючого струму.

Калориметричний метод базується на зміні кількості теплоти, яка виділяється в детекторі при поглинанні енергії іонізуючих випромінювань.

Нейтронно-активаційний метод зручний при оцінці доз в аварійних ситуаціях, коли можливе короткочасне опромінення великими потоками нейтронів.

За цим методом вимірюють наведену активність і в деяких випадках він є єдиною можливістю реєстрації, особливо слабких нейтронних потоків, оскільки наведена ними активність мала для надійних вимірювань звичайними методами.

Біологічний метод дозиметрії ґрунтується на використанні властивостей випромінювань, які впливають на біологічні об'єкти.

Дози оцінюють за рівнем летальності тварин, ступенем лейконемії, кількістю хромосомних аберацій, зміною забарвлення й гіперемії шкіри, випаданню волосся, появою в сечі дезоксцитидину. Цей метод не дуже точний і менше чутливий, ніж фізичний.

Розрахунковий метод визначення дози опромінення передбачає застосування математичних розрахунків.

Для визначення дози радіонуклідів, які потрапили в організм, цей метод є єдиним.

6.3 Класифікація дозиметричних приладів

Дозиметричні прилади за своїм призначенням поділяються на 4 основних типи.

Індикатори – застосовуються для виявлення радіоактивного забруднення місцевості та різних предметів. Деякі з них мають змогу також вимірювати рівні радіації бета- й гамма-випромінювань.

Датчиком чують газорозрядні лічильники. До цієї групи приладів належать індикатори ДП-63А, ДП-64, ДКГ-21, ДКГ-21М.

Рентгенометри – призначені для вимірювання рівнів радіації на забрудненій радіоактивними речовинами місцевості. Датчиками в цих приладах застосовують іонізаційні камери або газорозрядні лічильники. Це загальновійськовий рентгенометр ДП-2, рентгенометр «Кактус», ДП-3, ДП-3Б, ДП-5А, Б і В та ін.

Радіометри – використовуються для вимірювання ступеня забруднення поверхонь різних предметів радіоактивними речовинами, насамперед альфа- й бета-частинками. Датчиками радіометрів є газорозрядні і сцинтиляційні лічильники.

Найпоширеніші прилади цієї групи ДП-12, бета-, гамма-радіометр «Луч-А», радіометр «Тисс», радіометричні установки ДП-100М, ДП-100АДМ, «ТЕРРА» тощо.

Дозиметри – призначені для вимірювання сумарних доз опромінення, одержаних особовим складом формувань ЦО та населенням, насамперед гамма-опромінення. Вони поділяються за видом випромінюваних гамма-випромінювань, альфа-, бета-частинок та нейтронного потоку.

Такі дозиметри індивідуального призначення мають газорозрядні, сцинтиляційні датчики, іонізаційні камери й фотолічильники.

Набір, який складається із комплекту камер і зарядно-вимірювального пристрою, називають комплектом індивідуального дозиметричного контролю.

Комплектами індивідуальних дозиметрів є ДК-02, ДП-22В, ДП-24, ІД-1, ІД-2 та інші.

На оснащенні формувань ЦО знаходяться табельні прилади радіаційної розвідки, контролю опромінення та забруднення радіоактивними речовинами:

- ДП-5В (ДП-5А, ДП-5Б), МКС, МКС-У для вимірювання потужності дози (рівня радіації та ступеня радіоактивного забруднення);
- ДП-22В, ДП-24, ІД-1, ІД-2 – комплекти індивідуальних дозиметрів, призначених для визначення доз опромінення.

За відсутності приладів нових модифікацій, можна користуватись приладами, виготовленими раніше, які були табельними приладами в ЦО і зберігаються на об'єктах, а саме: індикатор-сигналізатор ДП-64, рентгенометр ДП-3, ДП-3Б, вимірювач потужності дози ИМД-21, ИМД-21Б, ИМД-21С, радіометр ДП-11Б, ДП-12, індикатори радіоактивності ДП-63, ДП-63А.

Для вирішення завдань ЦО можна застосовувати прилади, які використовуються на об'єктах атомної енергетики, геології, медицині та інших галузях. До таких приладів належать переносний медичний рентгенометр ПМР-1, ПМР-1М, переносний медичний мікрорентгенометр МПМ-1, МПМ-2, переносний рентгенометр РП-1, гамма-рентгенометр «Карагач-2», універсальний радіометр РУП-1, РУСИ-7, аерозольний радіометр РВ-4, бета-гамма радіометр ГБР-3, перерахункові прилади ПП-16, ПП-9-2М, ПСО-2-4, переносні універсальні радіометри СРП-68-ОІ, СРП-88-01, СРП-68-02, комплекти індивідуального дозиметричного контролю КИД-4, КИД-6, ИФКУ-1, ИКС, «Гнейс» тощо.

За останні роки виготовляють багато побутових дозиметрів і радіометрів:

- дозиметри «Рось», РКС-104, ДРГ-01Т, ДСК-04 («Стриж»);
- радіометри «Прип'ять», «Десна», «Бриз»; дозиметр-радіометр «Белла»

тощо.

Деякі з них без будь-яких конструктивних змін можна використовувати для вимірювання потужності експозиційної дози іонізуючих випромінювань при веденні радіаційної розвідки, поглинутої дози опромінення людей, тварин, а також для сигналізації про наявність радіоактивних речовин.

Вимірювачі потужності дози (радіометри-рентгенометри) ДП-5В, ДП-5А, ДП-5Б, МКС, МКС-У призначені для вимірювання рівня гамма-радіації та радіоактивного забруднення поверхні різних предметів за гамма-випромінюванням. Потужність експозиційної дози гамма-випромінювання визначається в мілірентгенах або рентгенах за годину для тієї точки простору, в якій знаходиться прилад детектування. Крім того, можна виявляти бетавипромінювання. Діапазон вимірювань гамма-випромінювання від 0,05 мР/год до 200 Р/год. Прилади ДП-5В, ДП-5А і ДП-5Б, МКС, МКС-У мають 6 піддіапазонів вимірювань і звукову індикацію на всіх піддіапазонах, крім першого. Технічний опис та інструкція з експлуатації додаються до приладу. Звукова індикація прослуховується за допомогою головних телефонів приладу.

Підрахунок показань приладу відбувається за нижньою шкалою мікроамперметра в Р/год, за верхньою шкалою – в мР/год із подальшим перемноженням на відповідний коефіцієнт піддіапазону. Робочою вважається ділянка шкали окреслена суцільною лінією.

Живлення приладів здійснюється від трьох сухих елементів типу КБ-1, А-62, один із яких використовують тільки для підсвічування шкали мікроамперметра при роботі у темний час. Комплект живлення забезпечує безперервну роботу приладу без підсвічування шкали в нормальних умовах не менше 40 год (ДП-5А, ДП-5Б) і 55–70 год (ДП-5В) при строку зберігання не більше одного місяця.

Прилади можуть підключатися до зовнішніх джерел постійного струму напругою 3,6 і 12 В (ДП-5А, ДП-5Б) і 12 або 24 В (ДП-5В, МКС, МКС-У). Для цієї мети є колодка живлення й дільник напруги.

Прилад складається із вимірювального пульта, зонда (ДП-5А, ДП-5Б) або блока детектування (ДП-5В, МКС, МКС-У), з'єднаних з пультами гнучким

кабелем, контрольного стронцієво-ітрієвого джерела бета-випромінювання для перевірки працездатності приладів (на внутрішньому боці кришки футляра у ДП-5А і ДП-5Б і на блоці детектування у ДП-5В, МКС, МКС-У).

Вимірювальний пульт складається із панелі й футляра. На панелі вимірювального пульта розміщені: у ДП-5А, ДП-5Б і ДП-5В мікроамперметр з двома вимірювальними шкалами, перемикач піддіапазонів, ручка «Режим» – потенціометр регулювання подачі електроенергії до приладу, кнопка «Сброс» – скидання показань.

6.4 Характеристики деяких приладів радіаційної розвідки та дозиметричного контролю

Бортовий рентгенометр ДП-3Б використовується для проведення радіаційної розвідки місцевості на літаках, вертольотах, автомобілях, локомотивах, судах та інших рухомих засобах. Він призначається для виміру потужностей доз гамма-випромінювання на місцевості в діапазоні від 0,1 Р/г до 500 Р/г. Весь діапазон вимірювань потужностей доз гамма-випромінювань розбито на чотири піддіапазони: перший від 0,1 Р/г до 1 Р/г, другий від 1 Р/г до 10 Р/г, третій від 10 до 100 Р/г і четвертий від 50 Р/г до 500 Р/г. Прибор працездатний в інтервалах температур від -0 до $+50$ °С та відносній вологості повітря до 98 %. Живлення рентгенометра здійснюється від бортової мережі постійного току з номінальною напругою 12 або 24 В. Маса робочого комплексу прибору становить близько 4,4 кг.

Рентгенометр авіаційний напівавтоматичний РАП-1 призначається для проведення радіаційної розвідки місцевості з літаків і вертольотів. Забезпечує вимір потужностей доз гамма-випромінювання на місцевості від 0,5 Р/г до 500 Р/г при висоті польоту від 100 м до 500 м. Прибор забезпечує напівавтоматичне приведення результатів виміру потужностей доз на висоті польоту до висоти один метр. А також фіксацію курсу, діапазонів виміру (розрахункових коефіцієнтів послаблення), часу польоту й відмітки орієнтирів. Час виміру і реєстрації на фотоплівці не перебільшує 2 с. Живлення прибору здійснюється від бортової мережі перемінного току напругою $115 \text{ В} \pm 3 \%$, частотою 400 Гц; живлення блоку фотозаписі та схеми обігріву прибору – постійним током напругою $27 \text{ В} \pm 10 \%$. Маса прибору без блоку фотозаписі та з'єднувальних кабелів не перебільшує 25 кг.

Рентгенометр ДП-2 використовується для виміру потужностей доз гамма-випромінювання в діапазоні від 0 Р/г до 200 Р/г. Весь діапазон розбито на три піддіапазони: перший від 0 Р/г до 2 Р/г, другий від 0 Р/г до 20 Р/г, а третій від 0 до 200 Р/г. Прилад працездатний в інтервалах температур від -0 °С до $+50$ °С та відносній вологості повітря до 98 %. Джерело живлення – сухий елемент 1,6 ПМЦ У 8 (145У) забезпечує безперервну роботу протягом 60 годин маса прибору – близько 3,5 кг.

Вимірювач потужності дози (рентгенометр) ДП-5Б призначається для вимірювання рівнів гамма-радіації та радіоактивного зараження різних предметів за гамма-випромінюванням. Потужність дози гамма-випромінювання

визначається в мР/г або Р/г. Діапазон вимірювання від 0,05 мР/г до 200 Р/г. Весь діапазон розділено на такі піддіапазони, наведені у таблиці 6.2:

Таблиця 6.2

Піддіапазони	Положення ручки перемикача	Шкала	Одиниця виміру	Діапазон виміру
Перший	200	0–200	Р/г	5–200
Другий	1 000	0–5	мР/г	500–5000
Третій	100	0–5	мР/г	50–500
Четвертий	10	0–5	мР/г	5–50
П'ятий	1	0–5	мР/г	0,5–5
Шостий	0,1	0–5	мР/г	0,05–0,5

Вимірювач потужності дози ДП-5В призначається для вимірювання рівнів гамма-радіації та радіоактивного зараження різних предметів за гамма-випромінюванням, а також може виявлять бета-випромінювання.

Потужність дози гамма-випромінювання визначається в мР/г або Р/г. Діапазон вимірювання від 0,05 мР/г до 200 Р/г. Прибор має шість піддіапазонів і звукову індикацію на всіх піддіапазонах, окрім першого.

Прибор забезпечує вимірювання в інтервалах температур від -0°C до $+50^{\circ}\text{C}$ та відносній вологості повітря $65 \pm 15\%$. Живлення прибору здійснюється від трьох елементів А-336, що забезпечує безперервну роботу прибору протягом 10 г. Маса прибору з елементами живлення 3,2 кг, в упаковці – 8,2 кг.

Дозиметр-радіометр універсальний МКС-У призначений для вимірювання амбієнтного еквівалента дози (далі – ЕД) і потужності амбієнтного еквівалента дози (далі – ПЕД) гамма- та рентгенівського випромінень (далі – фотонного іонізуючого випромінення), а також поверхневої густини потоку частинок бета-випромінення. Дозиметр використовується у системі радіаційного контролю України, у тому числі: у підрозділах радіохімічної розвідки цивільної оборони, у збройних силах, у службах дозиметричного контролю атомної енергетики, в медицині, в ядерній фізиці.

Діапазон вимірів ПЕД фотонного іонізуючого випромінення за допомогою КБД 10^{-1} – 10^7 мкЗв/год; границя допустимої відносної основної похибки під час вимірювання ПЕД за допомогою КБД при градуванні з довірчою імовірністю 0,95 % за ^{137}Cs числове значення виміряної ПЕД, виражене в мкЗв/год; діапазон вимірів ПЕД фотонного іонізуючого випромінення за допомогою ВД 10^{-2} –100 Зв/год; границя допустимої відносної основної похибки під час вимірювання ПЕД за допомогою ВД при градуванні за ^{137}Cs з довірчою імовірністю 0,95 % числове значення виміряної ПЕД, виражене в мЗв/год; дапазон вимірів ЕД фотонного іонізуючого випромінення

за допомогою ВДД 0,001–9 999 мЗв; границя допустимої відносної основної похибки під час вимірювання ЕД за допомогою ВДД при градуюванні за ^{137}Cs з довірчою імовірністю $0,95 \pm 15 \%$; діапазон енергій фотонного іонізуючого випромінювання, що реєструється 0,05–3,00 МеВ; енергетична залежність показів дозиметра під час вимірювання фотонного іонізуючого випромінювання: для КБД і ВДД в енергетичному діапазоні від 0,05 МеВ до 1,25 МеВ – $\pm 25 \%$, для ВД в енергетичному діапазоні від 0,662 МеВ до 1,25 МеВ – від -25% до $+30 \%$; анізотропія КБД, ВДД і ВД фотонного іонізуючого випромінювання: для ^{137}Cs і ^{60}Co (при падінні гамма-квантів в тілесному куті $\pm 150^\circ$ відносно осовного напрямку вимірювання, позначеного символом „+”) – $\pm 30 \%$, для ^{241}Am (при падінні гамма-квантів в тілесному куті $\pm 60^\circ$ відносно осовного напрямку вимірювання, позначеного символом „+”) – $\pm 75 \%$; діапазон вимірів поверхневої густини потоку частинок бета-випромінювання за допомогою КБД $10\text{--}2 \cdot 10^5$ част./($\text{см}^2 \cdot \text{хв}$); границя допустимої відносної основної похибки під час вимірювання поверхневої густини потоку частинок бетавипромінювання за допомогою КБД при градуюванні за $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ з довірчою імовірністю $0,95 \%$ числове значення вимірної поверхневої густини потоку, виражене в част./($\text{см}^2 \cdot \text{хв}$); діапазон енергій бета-частинок, що реєструються 0,3 МеВ – 3,0 МеВ; діапазон вимірів часу накопичення ЕД оператором з дискретністю вимірювань 1 хв – 100 год; границя допустимої абсолютної похибки під час вимірювання часу накопичення ЕД оператором за 100 годин – ± 1 хв; напруга живлення дозиметра від батареї з п’яти нікель-кадмієвих акумуляторів типорозміру АА – 6,0 В; границя допустимої додаткової похибки під час вимірювання, що викликана зміною напруги живлення від 5,4 В до 6,6 В, для всіх фізичних величин, які вимірюються – $\pm 5 \%$; границя допустимої додаткової похибки під час вимірювання, що викликана зміною температури оточуючого середовища, на кожні 10°C відхилу від 20°C , для всіх фізичних величин, які вимірюються: у діапазоні температур від 20°C до 50°C – $\pm 10 \%$, у діапазоні температур від 20°C до мінус 40°C – $\pm 5 \%$; час установлення робочого режиму дозиметра, не більше 1 хв; час безперервної роботи дозиметра при живленні від комплекту заряджених акумуляторів типорозміру АА ємністю 750 мА·год і від’єднаній фотобатарей: за умов гамма-фону не більше 0,5 мкЗв/год (при від’єднаному виносному детекторі ВД і вимкненому підсвічуванні шкали) – не менше 100 год, за умов роботи з ВД та увімкненого підсвічування шкали, не менше 10 год; нестабільність показів дозиметра під час вимірювання ПЕД за час безперервної роботи 8 годин, не більше 10% ; габаритні розміри пульта дозиметра без з’єднувального кабелю, не більше 82 мм х 124 мм х 163 мм; габаритні розміри КБД без з’єднувального кабелю, не більше 50 мм х 167 мм; довжина з’єднувального кабелю КБД, не менше 1,0 м; габаритні розміри ВД без з’єднувального кабелю, не більше 34 мм х 50 мм; довжина з’єднувального кабелю ВД, не менше 30 м; маса пульта дозиметра разом з КБД, не більше 1,8 кг; маса ВД разом зі з’єднувальним кабелем, штангою і чохлом, не більше 3 кг; маса комплекту дозиметра в укладальному ящику, не більше 6,9 кг.

Корабельна дозиметрична установка КДУ-2М призначена для автоматичного подання світової та звукової сигналізації при заході судна в зону

радіоактивного випромінювання, дистанційного виміру потужності дози гамма-випромінювання в місцях встановлення датчиків, визначення орієнтовного напрямку на джерело гамма-випромінювання, що знаходиться за межами судна. Установка забезпечує вимірювання потужностей доз гамма-випромінювання в діапазоні від 0 Р/г до 50 Р/г. Весь діапазон розбито на п'ять піддіапазонів: 0–2 Р/г; 0 – 20 Р/г; 0 – 0,5 Р/г; 0 – 5 Р/г; 0 – 50 Р/г.

Установка забезпечує подачу світлового та звукового сигналу при потужності дози гамма-випромінювання від 0,2 Р/г і вище. Живлення забезпечується від мережі перемінного току частотою 50 Гц при напрузі 127 В або 220 В. Установка працездатна в інтервалі температур навколишнього середовища від – 25 °С до + 50 °С і відносній волозі повітря до 98 %. Маса установки близько 36 кг.

Корабельна дозиметрична установка КДУ-5 призначена для виміру потужностей доз гамма-випромінювання і визначення напрямку на зовнішнє гамма-джерело. Забезпечує: вимір потужності дози гамма-випромінювання в діапазоні від 0,1 мР/г до 0,1 Р/г і від 0,3 Р/г до 300 Р/г; видачу звукових і світових сигналів про перевищення заданих порогів потужностей доз гамма-випромінювання в діапазоні 0,5 мР/г–0,02 Р/г; виміру потужності дози гамма-випромінювання та спрацювання сигналізації на протязі 60 с; визначення напрямку на зовнішнє гамма-джерело щодо відношення до борту судна при вимірі потужності дози гамма-випромінювання в діапазоні від 0,1 мР/г до 0,1 Р/г. Індикація напрямку на заражену зону (лівий борт, прямо, правий борт) здійснюється за відхиленням стрілки вимірювального прибору вліво або вправо. Живлення прибору здійснюється перемінним током напругою 127 або 220 В і частотою 50 або 400 Гц. Маса прибору близько 18 кг.

Індикатор-сигналізатор ДП-64 призначається для визначення наявності гамма-зараженості місцевості і автоматичної звукової та світлової сигналізації при досягненні потужності дози гамма-випромінювання 0,05–0,5 Р/г. Прибор працює в спостережному режимі. Датчик працездатний при температурах від – 25 °С до +50 °С і відносній волозі повітря до 98 %. Пульт сигналізації працездатний від 5 °С до 40 °С. Електроживлення прибору здійснюється від мережі перемінного току напругою 127 і 220 В або від акумуляторної батареї напругою 6 В. Маса прибору 5,0 кг.

Вимірювач потужності дози ИМД-1р (ИМД-1с) призначається для проведення радіаційної розвідки місцевості й визначення ступеню забруднення особового складу сил ЦО і населення, продовольства, фуражу, озброєння й техніки радіоактивними речовинами за гамма-випромінюванням і для виявлення бета-випромінювання.

Діапазон виміру від 0,01 мР/г до 999 Р/г. Звукова сигналізація при потужностях доз: 0,1 мР/г, 300 мР/г, 0,1 Р/г, 300 Р/г. Час переводу прибору в робочий стан – 1 хв. Живлення прибору здійснюється від чотирьох елементів А-343 або акумуляторної батареї напругою від 10,8 В до 30 В.

Промисловістю випускається модифікація прибору ИМД-1с, який використовується в стаціонарних умовах. Особливістю цього прибору є наявність блоку живлення від мережі перемінного струму напругою 220 В.

Вимірювач потужності дози ИМД-21б (ИМД-21с) призначається для виміру потужності експозиційної дози гамма-випромінювання при проведенні радіаційної розвідки з рухомих об'єктів і подання світового сигналу про перевищення порогу значення потужності дози гамма-випромінювання при 1, 5, 10, 50 і 100 Р/г.

Діапазон виміру від 1 Р/г до 1000 Р/г. Забезпечує вивід інформації від блоку детектування до вимірювального пульта на відстані до 200 м. Живлення прибору здійснюється від бортової мережі 12 В.

На базі прибору промисловістю випускаються його модифікації: ИМД-21С, ИМД-21БА, ИМД-21СА. Устрій і тактико-технічні дані цих приладів аналогічні ИМД-21б, але мають свої особливості щодо включення їх до автоматизованих систем збору інформації. Живлення приборів здійснюється від мережі перемінного струму напругою 220 В та бортової мережі рухомого об'єкта.

Радіометр КРБ-1 призначається для контролю ступеню забруднення поверхні бета-активними речовинами з діапазоном виміру від $1 \cdot 10^1$ до $1 \cdot 10^7$ розп./см² за хвилину (від $4,5 \cdot 10^{-2}$ мкКі/м² до 45 мКі/м²), який розбито на шість піддіапазонів.

Час встановлення режиму роботи прибору становить 1 хв., а вимір на 1–3 піддіапазонах до 200 с, на 4–6 піддіапазонах до 100 секунд. Живлення прибору від трьох елементів А-336, маса прибору 14,4 кг.

Сцинтиляційний геологічний розвідувальний прибор СРП-68-01 призначається для виявлення джерел іонізуючих випромінювань за гамма-випромінюванням і виміру потужності дози гамма-випромінювання. Можливо використання для радіометричних аналізів продуктів харчування, води, фуражу за гамма-випромінюванням.

Діапазон вимірів від 0 мкР/г до 3000 мкР/г, час переведення в робочий режим становить 1 хв. Живлення прибору від 9 елементів А-343, що забезпечує безперервну роботу прибору протягом 8 годин. Маса робочого комплекту становить 3,6 кг, в упаковці – 9,5 кг.

Дозиметр ДРГ-01Т1 призначається для виміру потужності експозиційної дози гамма-випромінювання на робочих місцях, у сусідніх приміщеннях і на території об'єктів, що використовують радіоактивні речовини й інші джерела іонізуючих випромінювань, у санітарно-захисній зоні та зоні спостереження. Може використовуватися для контролю ефективності біологічного захисту, радіаційних упаковок і радіоактивних відходів, а також виміру потужності експозиційної дози в період виникнення, протікання й ліквідації наслідків аварійних ситуацій.

Забезпечує вимір потужності експозиційної дози в діапазоні від 0,01 мР/г до 99,99 Р/г у режимах «Пошук» (від 0,01 мР/г до 39,99 Р/г) і «Вимір» (0,01 мР/г до 99,99 Р/г). Кожний режим роботи прибору включає по два піддіапазони. Час встановлення робочого режиму до 40 секунд. Живлення прибору від елемента типу «Корунд», що забезпечує безперервну роботу протягом 24 годин. Маса прибору – 0,5 кг.

Дозиметр ДБГ-06Т має призначення аналогічне приладу ДРГ-01Т. Окрім того, можливо використання його населенням для самостійної оцінки радіаційної ситуації.

Забезпечує вимір потужності експозиційної дози в режимах «Пошук» (від 1,0 мкЗв/г до 999,9 мкЗв/г) і «Вимір» (0,1 мкЗв/г до 99,99 мкЗв/г). Час встановлення робочого режиму до 40 секунд. Живлення прибору від елементу типу «Корунд» або акумулятора 7Д-0,115, що забезпечує безперервну роботу протягом 24 годин. Маса прибору – 0,6 кг.

Дозиметр ДРГ-05М призначається для виміру експозиційної дози та потужності дози рентгенівського й гамма-випромінювання, а також якісної оцінки наявності бета-випромінювання. Може використовуватися в промисловості та в лабораторіях для дозиметричного контролю радіаційної ситуації.

Діапазон виміру потужності експозиційної дози (ПЕД) від 0,01 мкР/с до 10^4 мкР/с. Діапазон виміру експозиційної дози (ЕД) рентгенівського й гамма-випромінювання від 1,0 мР до 10 000 мР. Час на перехід у робочий режим становить до 1 хв. Живлення прибору від 28 акумуляторів типу Д-01, що забезпечує безперервну роботу до 6 годин. Маса прибору – 1,5 кг.

Дозиметр ДКС-04 призначається для виявлення й оцінки за допомогою світлової і звукової сигналізації щільності потоку тепловий нейтронів, рентгенівського, гамма й жорсткого бета-випромінювання, а також виміру потужності дози ПЕД і ЕД рентгенівського та гамма-випромінювання.

Діапазон виміру і сигналізації ПЕД від 0,1 мР/г до 999,99 мР/г, ЕД від 1 Мр до 4096 мР. Кількість порогів сигналізації з кроком у 1 мР – 4 096. Час на встановлення робочого режиму не більше 1 хв. Живлення прибору від елементів типу «Крона» або 7 акумуляторів Д-01, що забезпечує безперервність роботи протягом 12 г. Маса прибору – 0,25 кг.

Дозиметр побутовий «Мастер-1» відповідає призначенню дозиметру «Сосна». Діапазон виміру: потужності експозиційної дози гамма-випромінювання (ПЕД) від 10 мкР/г до 999 мкР/г; польової еквівалентної дози (ЕД) гамма-випромінювання від 0,1 мкЗв/г до 0,999 мкЗв/г. Час виміру до 36 с.

Живлення прибору від 4 елементів СЦ-32 або МЦ-0070. Маса прибору – 0,1 кг.

Дозиметр-радіометр побутовий АНРИ-01 «Сосна» призначається для індивідуального користування населенням з метою контролю радіаційної ситуації на місцевості, в жилих і робочих приміщеннях.

Діапазони виміру: потужності експозиційної дози гамма-випромінювання (ПЕД) від 0,01 мР/г до 9,999 мР/г; польової еквівалентної дози (ЕД) гамма-випромінювання від 0,1 мкЗв/г до 99,99 мкЗв/г. Час виміру до 20 с. Живлення прибору від елементу типу «Корунд», що забезпечує безперервність роботи протягом 6 годин. Маса прибору – 0,35 кг.

Радіометр бета-гамма випромінювання «Прип'ять» призначається для індивідуального й колективного користування при вимірі потужності еквівалентної (експозиційної) дози гамма-випромінювання, щільності потоку

бета-випромінювання й об'ємної (питомої) активності в рідких і сипучих речовинах.

Діапазони виміру для: фотонного іонізуючого випромінювання – від 0,1 мкЗв/г до 199,9 мкЗв/г; щільності потоку бета-випромінювання – від $10 \text{ см}^2 \cdot \text{хв}$ до $19,9 \cdot 10^3 \text{ см}^2 \cdot \text{хв}$; питомої (об'ємної) активності бета-випромінювання ізотопів в рідких і сипучих речовинах – від $1,4 \cdot 10^{-5}$ до $3,7 \cdot 10^3 \text{ Бк/кг}$ (Бк/л) або $2 \cdot 10^{-5} \text{ Кі/кг}$ (Кі/л) – $1,1 \cdot 10^{-7} \text{ Кі/кг}$ (Кі/л). Час встановлення робочого режиму до 5 с, а час встановлення показників за вибором оператора – 20 с; 200 с при виміру ПЕД і щільності бета-часток; 10 хв і 100 хв при виміру питомої активності.

Живлення прибору від елементу типу «Крона» або «Корунд», а також зовнішнього джерела напругою від 4 до 12 В. Час безперервної роботи від мережі перемінного струму не менше 24 години. При автономному живленні не більше 6 годин. Маса прибору – 0,25 кг.

Індикатор зовнішнього гамма-випромінювання «БЕЛЛА» призначається для виявлення й оцінки за допомогою звукової сигналізації інтенсивності гамма-випромінювання, а також визначення рівня потужності еквівалентної дози за цифровим табло.

Діапазон виміру потужності еквівалентної дози (ПЕД) від 0,2 мкЗв/г до 99,99 мкЗв/г. Час на встановлення робочого режиму не більше 10 с. Живлення прибору від елементів типу «Корунд» забезпечує безперервність роботи до 20 годин. Маса прибору – 0,25 кг.

Радіометр комбінований КРК-01А призначається для виміру концентрації бета-активних ізотопів у твердих, рідких і сипучих речовинах. Живлення прибору від електромережі 220 В, 50 Гц.

Діапазони виміру: сумарної бета-активності в твердих, рідких і сипучих пробах від $1 \cdot 10^{-8} \text{ Кі/кг}$ до $1 \cdot 10^{-6} \text{ Кі/кг}$; зокрема для ізотопів йоду й фтору в питній воді $1 \cdot 10^{-10} \text{ Кі/л}$ до $1 \cdot 10^{-7} \text{ Кі/л}$; сумарної бета-активності в питній воді від $1 \cdot 10^{-10} \text{ Кі/л}$ до $1 \cdot 10^{-5} \text{ Кі/л}$; в тому числі для ізотопів цезію в питній воді $1 \cdot 10^{-10} \text{ Кі/л}$ до $1 \cdot 10^{-7} \text{ Кі/л}$.

Бета-радіометр РБК-4-ІЕМ призначається для експресних вимірів питомої, об'ємної та масової бета-активності води, ґрунту, рослинності, харчових продуктів, а також радіоактивних благородних газів. Має два блоки детектування.

Діапазони вимірів: проб води від $5 \cdot 10^{-5} \text{ мкКі/л}$ до 0,5 мКі/л; сипучих проб від $5 \cdot 10^{-5} \text{ мкКі/кг}$ до 0,5 мКі/кг; газів від $5 \cdot 10^{-5} \text{ мкКі/л}$ до 0,1 мКі/л. Живлення прибору від електромережі 220 В. Час виміру до 35 хв. Маса комплекту – 16 кг

Вимірювач іонізуючих випромінювань ИМД-12 призначається для виміру питомих альфа- й бета-активностей проб продовольства, води, фуражу, а також зовнішнього бета-випромінювання різних поверхонь і потужності експозиційної дози гамма-випромінювання. Прибор має п'ять блоків детектування, що забезпечує вимір у діапазонах (табл. 6.3). Час встановлення робочого режиму 2 хв. Живлення прибору від 6 елементів А-343 або від електромережі 220 В, 50 Гц.

Дозиметр-радіометр МКС-05 «ТЕРРА» (далі – дозиметр) призначений для вимірювання амбієнтного еквівалента дози (далі – ЕД) і потужності амбієнтного еквівалента дози (далі – ПЕД) гамма- та рентгенівського випромінень (далі – фотонного іонізуючого випромінення), а також поверхневої густини потоку частинок бета-випромінення. Дозиметр використовується для екологічних досліджень; для дозиметричного й радіометричного контролю на промислових підприємствах; для контролю радіаційної чистоти житлових приміщень, будівель і споруд, території, що до них прилягає, предметів побуту, одягу, поверхні ґрунту на присадибних ділянках, транспортних засобів.

Таблиця 6.3 – Блоки детектування

Тип блоку детектування	Тип детектора	Вид виміру	Одиниця виміру	Діапазон індикації	Діапазон виміру
ИМД-12-3	СБМ-19	Гамма	мкР/г	1–9 999	10–3 000
ИМД-12-2	СБМ-20	Гамма	мкР/г	0,01–9,9	0,05–99
	СИЗ-8г	Гамма	Р/г	0,01–999	0,1–999
ИМД-12-4	ФЕУ-198	Бета	Бета частинок см ² ·хв.	10 ³ –10 ⁷	5·10 ³ –5·10 ⁶

Діапазон вимірювань ПЕД фотонного іонізуючого випромінення 0,1–9 999 мкЗв/год; границя допустимої відносної основної похибки під час вимірювання ПЕД фотонного іонізуючого випромінення з довірчою імовірністю 0,95 % числове значення вимірюваної ПЕД, виражене в мікрозівертах за годину; діапазон вимірювань ЕД фотонного іонізуючого випромінення 0,001–9 999 мЗв; границя допустимої відносної основної похибки під час вимірювання ЕД фотонного іонізуючого випромінення з довірчою імовірністю 0,95 ±15 %; діапазон енергій фотонного іонізуючого випромінення, що реєструється 0,05–3,00 МеВ; енергетична залежність показів дозиметра під час вимірювання ПЕД та ЕД фотонного іонізуючого випромінення у енергетичному діапазоні від 0,05 МеВ до 1,25 МеВ ±25 %; анізотропія дозиметра під час падіння гамма-квантів під тілесним кутом від 30° до 150° відносно основної осі детектора та зі сторони основного напрямку вимірювань: для ізоотопів ¹³⁷Cs та ⁶⁰Co – 25 %, для ізоотопів ²⁴¹Am – ±60 %; діапазон вимірювань поверхневої густини потоку частинок бета-випромінення – 10–10⁵ част./(см² ·хв); границя допустимої відносної основної похибки під час вимірювання поверхневої густини потоку частинок бета-випромінення з довірчою імовірністю 0,95 %, числове значення вимірюваної поверхневої густини потоку частинок бета-випромінення, виражене у частинках на сантиметр квадратний за хвилину; діапазон енергій бета-частинок, що реєструються 0,5 МеВ – 3,0 МеВ; діапазон вимірювань часу накопичення ЕД оператором із дискретністю вимірювань 1 хв – 100 год; границя допустимої абсолютної похибки під час вимірювання часу накопичення ЕД оператором за 24 години ±1 хв; час установлення

робочого режиму дозиметра, не більше 1 хв; час неперервної роботи дозиметра при живленні від нової батареї з двох гальванічних елементів ємністю 1 280 мА·год за умов фонових випромінень і вимкненого підсвічування шкали, не менше 2 000 год; нестабільність показів дозиметра за час неперервної роботи 6 годин, не більше 5 %; загальна номінальна напруга живлення дозиметра від двох гальванічних елементів 3,0 В; струм споживання дозиметра при номінальній напрузі 3,0 В за умов нормального фонового випромінення та вимкненого підсвічування шкали, не більше 0,5 мА; границя допустимої додаткової похибки під час вимірювання, що викликана відхиленням напруги живлення від номінального значення в діапазоні від 3,2 В до 2,4 В, для всіх фізичних величин, які вимірюються ± 10 %; границя допустимої додаткової похибки під час вимірювання, що викликана зміною температури навколишнього середовища від -20 °С до $+50$ °С, на кожні 10 °С відхилу від 20 °С для всіх фізичних величин, які вимірюються ± 5 %; середній наробіток до відмови, не менше 6 000 год; середнє значення коефіцієнта готовності, не менше $-0,999$; середній ресурс дозиметра до першого капітального ремонту, не менше 10 000 год; середній строк служби дозиметра, не менше 6 років; середній строк збереження дозиметра, не менше 6 років; габаритні розміри дозиметра, не більше 55мм×26мм×120 мм; маса дозиметра, не більше 0,15 кг.

Радіометр бета-виявлення «Бета» призначається для контролю забруднення води та продуктів харчування бета-активності радіонуклідами, а також контролю радіоактивного забруднення різних поверхонь.

Діапазон виміру від від $5 \cdot 10^{-9}$ Кі/кг до $1 \cdot 10^{-6}$ Кі/кг (Кі/л). Час виміру підготовленої проби – 1, 10, 100, 500, 1 000 і 2 000 сек. Радіометр подає звуковий сигнал про закінчення виміру. Час встановлення робочого режиму – 1 хв. Живлення здійснюється від блоку живлення 5Б або 3 елементів типу «Уран», що забезпечує безперервну роботу протягом 6 г. Маса прибору в комплекті – 19,6 кг.

Комплект індивідуальних дозиметрів ДП-22-В призначається для виміру індивідуальних доз гамма-випромінювання, складається з зарядного устрою ЗД-5 і 50 прямопоказуючих дозиметрів ДПК-50-А. Дозиметри ДПК-50-А забезпечують вимір дози гамма-випромінювання від 2 до 50 рентген при потужностях доз від 0,5 Р/г до 200 Р/г. Показання відраховують за шкалою, яка розташована в дозиметрі. Працездатність забезпечена в інтервалі температур від -40 °С до $+50$ °С. Саморозряд дозиметрів у нормальних умовах за 24 години не перебільшує двох поділок шкали. Маса дозиметра 32 г. Живлення зарядного устрою здійснюється від двох елементів 1,6-ПМЦ-У-8 (145У). Тривалість роботи з одним комплектом живлення не менше 30 г. Маса комплекту без джерела живлення 5,5 кг.

Комплект індивідуальних дозиметрів ДП-24 складається з зарядного устрою ЗД-5 і п'яти дозиметрів ДПК-50-А. Маса комплекту без джерела живлення 3 кг.

Хімічний дозиметр гамма- й нейтронного випромінювання ДП-70МП має призначення для виміру дози опромінення в межах від 50 Р до 800 Р. Визначення дози опромінення здійснюється за допомогою польового

калориметра ПК-56М. Відлік вимірюваних доз проводиться за шкалою калориметра безпосередньо в рентгенах.

Дозиметр і калориметр забезпечують вимірювання доз опромінення в інтервалі температур від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Маса дозиметру 46,5 г, калориметру в футлярі – 1,4 кг.

Комплект загальновійськового вимірювача дози ІД-1 призначається для вимірювання доз гамма-нейтронного опромінення особового складу військ і формувань ЦО. Складається з зарядного устрою та 10 вимірювачів дози. Вимірювачі доз забезпечують вимір доз гамма-нейтронного випромінювання від 20 до 500 рад. Маса вимірювача дози – 40 г, зарядного устрою – 540 г, комплекту – 2 кг.

Індивідуальний вимірювач дози ІД-11 призначений для вимірювання доз гамма-нейтронного опромінення особового складу. Складається з вимірювального устрою та 1 000 індивідуальних вимірювачів дози ІД-11.

Діапазон вимірювання доз від 10 до 1500 рад. Маса індивідуального вимірювача дози гамма-опромінення – 25 г, а маса вимірювального устрою складає 18 кг.

Дозиметр гамма-випромінювання індивідуальний ДКГ-21М призначений для вимірювання потужності індивідуального еквівалента дози гамма- та рентгенівського випромінень, вимірювання індивідуального еквівалента дози гамма- та рентгенівського випромінень, має годинник та будильник.

Потужності індивідуального еквівалента дози гамма- та рентгенівського випромінень $H_p(10)$ – 0,1 мкЗв/год – 1 000 000 мкЗв/год (1 мкЗв/год – 10 мкЗв/год – $\pm 20\%$; 10 мкЗв/год – 1 Зв/год – $\pm 15\%$) – індивідуального еквівалента дози гамма- та рентгенівського випромінень $H_p(10)$ – 0,001 мЗв – 9 999 мЗв – $\pm 15\%$; енергетичний діапазон реєстрованих гамма- та рентгенівського випромінень та енергетична залежність 0,05 МеВ – 6,0 МеВ – (0,05 МеВ – 1,25 МеВ – $\pm 25\%$); дискретність запам'ятовування в енергонезалежній пам'яті історії накопичення дози 5–255 хвилини; час збереження інформації в енергонезалежній пам'яті не менше 10 років; швидкість обміну даними через інфрачервоний порт 38 400 біт/с; відстань впевненого обміну даними між дозиметром та адаптером інфрачервоного порт не більше 0,3 м; час безперервної роботи від нового літієвого елементу живлення (CR2450) 4 000 години; діапазон робочих температур від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$; маса – 0,14 кг; габарити 56мм×96мм×16 мм.

Комплект вимірювачів дози ДК-02 призначається для виміру експозиційної дози гамма-випромінювання. Склад комплекту: вимірювачі дози ДК-02 – 10 шт.; футляр. Діапазон вимірювання від 10 мР до 200 мР. Маса комплекту – 0,7 кг, дозиметра 25 г.

Комплект вимірювачів дози ІД-02 призначається для виміру поглинутої дози гамма-нейтронного випромінювання. Склад комплекту: вимірювачі дози ІД-02 – 10 шт.; футляр. Діапазон вимірювання від 0 мрад/с до 200 мрад/с потужності дози до 50 мрад/с. Маса комплекту – 0,65 кг, дозиметра 22 г.

Комплект вимірювачів дози термолюмінесцентний КДТ-02 призначається для виміру експозиційної дози рентгенівського й гамма-випромінювання, реєстрації доз хронічного опромінювання (малих доз). Є індикатором бета-випромінювання. Склад комплекту: устрій перетворення УПФ-07; рахунковий прилад ПСО2-4; дозиметри ДПГ-02 (100 шт.), ДПГ-03 (100 шт.), ДПС-11 (10 шт.).

Діапазон виміру дозиметрів: ДПГ-02, ДПС-11 від 0,1 Р до 1 000 Р; ДПГ-03 Р від 1,0 до 1000 Р. Час встановлення робочого режиму – 10 хв., відрахування показнику детектору до 75 сек. Живлення прилада від електромережі 220 В, 50 Гц. Маса прилада в комплекті – 30 кг.

ЛЕКЦІЯ 7

МЕТОДИ ТА ПРИЛАДИ ХІМІЧНОЇ РОЗВІДКИ ТА КОНТРОЛЮ

Питання для розгляду на лекції:

7.1 Хімічна розвідка та контроль.

7.2 Прилади хімічної розвідки та контролю, їхні характеристики.

7.1 Хімічна розвідка та контроль

Хімічна розвідка й хімічний контроль є одними з головних заходів, що здійснюються в процесі ліквідації наслідків хімічної небезпечної надзвичайної ситуації та спрямовані на виявлення хімічної ситуації в районі аварії (катастрофи).

Виявлення хімічної ситуації досягається:

- розвідкою району аварії (катастрофи) для визначення меж і зони зараження СДОР, оцінкою кількості викинутого (вилитого) АХНР і щільності зараження ним місцевості, визначення напрямків розповсюдження рідкої та газопарової фази АХНР;

- розвідкою маршрутів підходу до району аварії, евакуації населення й сільсько-господарських тварин, шляхів обходу району зараження;

- визначенням масштабів і ступеня зараження повітря АХНР, контролю за їх змінами за часом;

- визначенням можливості перебування в районі аварії без засобів захисту після ліквідації зараження АХНР; відбором проб повітря, ґрунту, води, продуктів харчування, змивів з обладнання, будинків, споруд і техніки.

Хімічний контроль, що здійснюється в районах аварій (катастроф), включає:

- визначення ступеня зараження АХНР обладнання, будинків, споруд, техніки, повітря, ґрунту та джерел води в районі аварії, контроль за його змінами за часом;

- встановлення можливості безпечного перебування сил ЦО і населення в районі аварії (катастрофи) без засобів захисту;

- ідентифікація не маркірованих і безгосподарних АХНР.

З огляду на швидкоплинність попадання АХНР в навколишнє природне середовище при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах, а також формування їх концентрацій ураження, часовий фактор в організації і проведенні хімічної розвідки та хімічного контролю має першорядне значення.

Перша інформація про формування небезпечних концентрацій АХНР при хімічній аварії, напрямку розповсюдження зараженого повітря, зазвичай, надходить від стаціонарних хімічних датчиків, що встановлюються в цехах (дільницях), на території суб'єкта господарської діяльності та в санітарній захисній зоні навколо об'єкта.

На основі цієї інформації та відповідно до метеорологічної ситуації організується проведення хімічної розвідки.

Хімічна розвідка в районі аварії починається з розвідки її осередку. До того ж, зазвичай, вона організується одночасно з виконанням завдань силами ЦО, що проводять рятувальні й інші невідкладні роботи, в яких раніше всіх беруть участь сили газорятувальної служби.

Підхід до осередку аварії (аварійному цеху, дільниці, ємності) здійснюється з підвітряної сторони. Близько межі зараження АХНР організується рубіж вводу груп розвідки в осередок аварії. Розвідка осередку аварії ведеться групами розвідки в складі не менше трьох осіб, один із яких є хіміком-розвідником. На рубежі вводу група отримує необхідне спорядження (радіостанцію, електричні ліхтарики, прибори розвідки, засоби відбору проб, засоби медичної допомоги), проходить інструктаж, переводить засоби індивідуального захисту в бойовий стан і направляє в осередок аварії. Розвідка осередку аварії проводиться тільки з використанням ізолюючих протигазів і засобів індивідуального захисту шкіри.

У процесі розвідки осередку аварії оглядається місце (об'єкт) аварії, визначаються її причини й масштаби, приймаються за можливості заходи щодо усунення причин аварії або її локалізації. Здійснюється розшук поразених людей, надання їм першої допомоги та їх евакуація. Визначається ступінь зараження повітря АХНР, відбираються проби (змиви) з обладнання та стін приміщень (споруд) для подальшого їх лабораторного аналізу. Результати розвідки доповідаються через радіозв'язок. Якщо об'єм задач з розвідки осередку аварії значно великий, то організується змінна робота груп розвідки. Одночасно з розвідкою осередку аварії організується хімічна розвідка на території об'єкта аварії та поза його межами.

Хімічна розвідка на території суб'єкта господарювання групами розвідки, зазвичай, проводиться на розвідувальних хімічних машинах (автомобілях) або в пішому порядку. При цьому розвідувальні групи, рухаються між цехами, через кожні 50–100 м зупиняються й за допомогою приборів виконують заміри, визначають ділянку розливу і межі розповсюдження газопарової фази АХНР. Межі зараження позначаються знаками огороження. Однак необхідно пам'ятати, що багато АХНР у вибуховому й пожежному плані небезпечні. Ось чому залежно від типу АХНР у ряді випадків категорично забороняється не тільки вистрілювати знаки огороження, але і їх забивати, так як це може призвести до вибуху.

Зазвичай, на межах зон зараження з інтервалом 300–500 м виставляються хімічні пости спостереження, що призначені для контролю за змінами напрямку розповсюдження зараженого повітря та для контролю за змінами концентрації АХНР.

Під час проведення хімічної розвідки на території суб'єктів господарської діяльності необхідно враховувати, що рух повітряних мас між цехами може бути іншим від загального напрямку вітру. У зв'язку з цим для контролю за напрямком вітру на території об'єкта доцільно використовувати димові шашки і димові гранати з дотриманням вимог пожежної та вибухової безпеки.

Хімічна розвідка за межами території суб'єкта господарювання, зазвичай, проводиться на розвідувальних машинах. Виявлення меж зони розповсюдження АХНР здійснюється декількома хімічними розвідувальними дозорами, які рухаються з різних сторін розвідувальної території з інтервалом 300–500 м назустріч один одному. Вимірювання зараження повітря здійснюється через 200–300 м. У разі виявлення зараження повітря АХНР дозори позначають межі зони зараження, зупиняються і, зазвичай, починають виконувати роль хімічних постів спостереження, контролюючи зміни напрямку розповсюдження АХНР і його концентрацію. Подальший рух дозорів здійснюється лише за командою особи, яка відповідає за проведення хімічної розвідки. Хімічні розвідувальні дозори, зокрема виконуючі задачі хімічних постів спостереження, дані розвідки доповідаються за допомогою радіозв'язку або мобільними телефонами. Хімічна розвідка і контроль проводяться в процесі робіт постійно до повної ліквідації наслідків хімічної небезпечної надзвичайної ситуації. Після завершення ліквідації наслідків аварії хімічний контроль за станом району аварії (катастрофи) передається санітарно-епідемічним органам.

З метою вирішення задач хімічного контролю аналізи проб, що відібрані хімічними розвідувальними дозорами, здійснюється в стаціонарних лабораторіях (цехових, об'єктових), лабораторіях санепідемстанцій, лабораторіях ЦО. Порядок, місця, періодичність відбору проб і способи їх доставки в лабораторії встановлюється штабом керівництва ліквідації наслідків хімічної небезпечної надзвичайної ситуації.

Для проведення аналізів у лабораторіях повинні використовуватися атестовані методики, які наведені в довідковій літературі з контролю шкідливих речовин у різних середовищах.

У разі виникнення труднощі при встановленні природи АХНР, особливо при транспортуванні їх без супроводжувальних документів, проби цих АХНР відправляються для аналізу в спеціалізовані лабораторії наукових закладів і вузів.

У штабі ліквідації хімічної надзвичайної ситуації на основі хімічної розвідки й контролю проводиться оцінка наслідків аварії, приймаються рішення щодо захисту населення, плануються заходи з ліквідації наслідків аварії.

7.2 Прилади хімічної розвідки та контролю, їхні характеристики

Проведення хімічної розвідки й хімічного контролю здійснюється з використанням різних засобів і методів відбору, підготовки до аналізу та аналізу АХНР. Однак більшість із них використовується тільки в стаціонарних умовах спеціалізованих лабораторій.

Для виконання задач хімічної розвідки й контролю при ліквідації наслідків аварії з АХНР найзручніші переносні експресні засоби. До таких засобів відносяться переносні газосигналізатори, індикаторні плівки (папірці), індикаторні трубки, а також сенсори.

Розповсюдженими засобами газового експрес-аналізу є індикаторні трубки. Їхня дія ґрунтується на кольорових (колориметричних) реакціях АХНР з

спеціальними вибраними індикаторними рецептурами. Індикаторні трубки мають достатньо високу чутливість, що дає змогу визначити АХНР на рівні значень їх ПДК. Вони прості в експлуатації і, головне, вони є експресними засобами аналізу, що легко переносяться.

Найрозповсюдженішими серед приборів, що використовують індикаторні трубки для визначення шкідливих хімічних речовин у повітрі є газовизначителі серії ГХ та універсальні газоаналізатори УГ-2 і УГ-3. Коротка характеристика газовизначителів серії ГХ і газоаналізаторів УГ-2 і УГ-3 наведені в таблицях 7.1–7.3.

Таблиця 7.1 – Характеристика газовизначителів серії ГХ

Тип прибору	Компонент для визначення	Діапазон вимірювань, % Похибка, %	Об'єм по-вітря для визначення, мл	Основні реагенти індикаторних порошків
ГХ-4 (АМ-3)	Окисел вуглецю	0,000 5–0,2 (±25)	1 000	Йодат калію, сірчана кислота
	Оксиди азоту	0,000 1–0,005 (±25)	1 000	Йодат калію, крохмаль, перманганат калію
	Діоксид сірки	0,000 2–0,007 (±25)	1 000	Йодат калію, крохмаль
	Сірковуглець	0,000 33–0,0066 (±25)	1 000	Нітрат вісмуту
ГХ-5 (АМ-5)	Двооксид вуглецю	0–2 (±12)	200	Тимолфталейн, луг
	Двооксид вуглецю	0–15 (±15)	100	Тимолфталейн, луг
	Двооксид вуглецю	0–50 (±15)	100	Тимолфталейн, луг
ГХ-6 (АМ-5)	Кисень	0–21 (±10)	100	Хлорид хрому, кислота

Таблиця 7.2 – Шкідливі речовини, що визначаються газоаналізатором УГ-3

Речовина, що аналізується	Об'єм повітря для аналізу, мл	Діапазон виміру, мг/м ³	Строк використання ІТ, місяців	Основні реагенти індикаторного порошку
Бром	800	0,35–8	12	Йодид кадмію, крохмаль
Діетиламін	800	30–150	12	Хлорид кобальту
Метилакрилат	800	20–100	12	Перманганат калію
Озон	1 200	0,1–0,5	12	Індигокармін
	400	0,5–2	12	Індигокармін
Спирти: н-бутиловий, ізобутиловий, ізопропиловий	800	10–100	8	Триоксид хрому, сірчана кислота
Оцтова кислота	800	5–25	8	Бром тимоловий синій

Таблиця 7.3 – Шкідливі речовини, що визначаються газоаналізатором УГ-2

Компонент, що визначається	Об'єм повітря для аналізу, мл	Діапазон виміру, мг/м ³	Тривалість аналізу, хв.	Термін використання ІТ, місяців	Основні реагенти індикаторного порошку
Аміак	250	0–30	4	8	Бром феноловий синій
	30	0–300	2	8	
Ацетилен	265	0–1 400	5	24	Йодат калію, сірчана кислота
	60	0–6 000	3	24	
Ацетон	300	0–2 000	7	10	Гідроксиламінхлорид, бром феноловий синій
Бензин	300	0–1 000	7	24	Йодат калію, сірчана кислота
	60	0–5 000	4	24	
Бензол	350	0–200	7	24	Йодат калію, сірчана кислота
	100	0–1 000	4	24	
Диоксид сірки	300	0–30	5	8	Йодид калію, крохмаль, йод, йодид ртуті
	60	0–200	3	8	
Диоксид вуглецю	400	0–15 000	8	12	Гідразингідрат, фуксин
	100	0–80 000	4	12	

Продовження таблиці 7.3

Дихлоретан	1 200	0–100	14	8	Йодид кадмію, крохмаль
Діетиловий ефір	400	0–3 000	10	15	Хромовий ангідрид, сірчана кислота
Ксилол	300	0–500	4	12	Параформальдегід, сірчана кислота
	120	0–2 000	3	12	
Метиловий спирт	400	0–500	6	10	Хромовий ангідрид, сірчана к-та
Озон	800	0–1	12	8	Індігокармін
	400	0–2,5	6	8	
Оксиди азоту	325	0–50	7	16	О-Діанізідин
	150	0–200	5	16	
Оксид вуглецю	220	0–120	8	18	Йодат калію, сірчана кислота
	60	0–400	5	18	
Сірководень	300	0–30	5	20	Ацетат свинцю, хлорид барію
	30	0–300	2	20	
Скипидар	400	0–2 000	8	110	Хромовий ангідрид, сірчана кислота
	150	0–4 000	4	10	
Тетрахлорид вуглецю	800	0–100	14	8	Йодид кадмію, крохмаль
Тулуол	300	0–500	7	24	Йодид калію, сірчана кислота
	100	0–2 000	4	24	
Трихлор етилен	220	0–80	5	8	Йодид кадмію, крохмаль
	400	0–30	7	8	
Хлор	350	0–15	7	24	Флуоресцеїн, бромід калію
	100	0–80	4	24	
Хлористий водень	400	0–30	6	24	Флуоресцеїн
	150	0–100	3	24	
Вуглеводи нафти	300	0–1 000	7	24	Йодид кадмію, крохмаль
Хлороформ	800	0–100	14	8	Йодид кадмію, крохмаль
Етиловий спирт	300	0–4 000	6	10	Триоксид хрому, сірчана к-та

У зв'язку з тим, що через індикаторну трубку проходить визначений об'єм повітря, що аналізується, довжина пофарбованого шару пропорційна концентрації АХНР в повітрі.

Недоліками газоаналізаторів УГ-2 є необхідність підготовки індикаторної трубки до роботи, тривалість визначення, а головне, обмежений перелік АХНР, що визначаються.

Для проведення хімічної розвідки та контролю при хімічних небезпечних надзвичайних ситуаціях можуть бути використані й військові засоби хімічної

розвідки та контролю. До військових засобів хімічної розвідки належать: аерозольна плівка АП-1 і військовий прибор хімічної розвідки (ВПХР).

Аерозольна плівка АП-1 призначена для визначення наявності отруйних речовин типу VX у вигляді аерозолів і в крапельно-рідкому стані. При хімічних небезпечних аваріях плівка через малу специфічність її індикаторного складу може бути використана для визначення наявності широкого переліку хімічних речовин лугового характеру в крапельно-рідкому або аерозольному стану.

Військовий прибор хімічної розвідки (ВПХР) – може використовуватися для визначення фосфорорганічних пестицидів, а також для таких АХНР, як синильна кислота, хлор ціан, фосген (дифосген). Дія прибору, така сама як і газоаналізаторів УГ-2 і УГ-3, основана на використанні індикаторних трубок.

За допомогою індикаторної трубки з одним червоним кільцем і червоною точкою можна визначити наявність у повітрі пару фосфорорганічних пестицидів при концентрації $1 \cdot 10^{-3}$ мг/л і більше, з трьома зеленими кільцями – наявність у повітрі фосгену (дифосгену), синильної кислоти та хлористого ціану.

Аналогічні можливості має й напівавтоматичний прибор хімічної розвідки (НПХР), що входить у комплект приборів розвідувальних хімічних машин і діє на тих самих принципах. Його живлення здійснюється від бортової мережі. Для виявлення фосфорорганічних пестицидів у повітрі можуть бути використані також газоаналізатори розвідувальних машин ПРХР, ГСП-11 і ГСА-12.

Для виконня задач хімічного контролю з проведенням кількісного аналізу екстрактів із різних середовищ на наявність АХНР можуть бути використані військові хімічні лабораторії типу ПХЛ-54, ПХЛ-1, АЛ-4, АЛ-4М, а також хімічні лабораторії медичної, ветеринарної та інженерної служб сил ЦО (табл. 7.4).

Успішне виконання задач хімічної розвідки і контролю визначається своєчасністю їх організації керівництвом із ліквідації наслідків аварії з виливом (викидом) АХНР, злагодженістю взаємодії, наявністю засобів хімічної розвідки й контролю, а також навчанням підрозділів розвідки діям із табельними засобами хімічної розвідки й контролю.

Військовий прибор хімічної розвідки (ВПХР) призначається для визначення в повітрі, на місцевості та техніці V-газів, зарину, зоману, іприту, фосгену, дифосгену, синильної кислоти, хлорціану. Комплектується трьома видами індикаторних трубок для визначення отруйних речовин типу: зарин, зоман і V-гази – з одним червоним кільцем і червоною точкою; фосген, дифосген, синильна кислота та хлорціан – із трьома зеленими кільцями; іприт – з одним жовтим кільцем. Маса прибору 2,3 кг.

Напівавтоматичний прибор хімічної розвідки (ППХР) призначається для забезпечення хімічних розвідувальних машин. Дає змогу визначати наявність у повітрі, на місцевості та техніці V-газів, фосгену, дифосгену, синильної кислоти, хлорціану, іприту. Прибор працездатний в інтервалі температур від -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Час визначення ОР від 2 хв до 5 хв. Маса прибору без упаковки – 2,2 кг.

Таблиця 7.4 – Характеристики військових засобів хімічної розвідки і контролю

Військові засоби		Найменування АХНР	ГДК _{р.з.} , мг/л	Поріг чутливос ті засобу, мг/л
Засоби хімічної розвідки				
ВПХР, НПХР, ПГО-11, ПХР-МВ	Індикаторна трубка з трьома зеле ними кільцями	Фосген	$5 \cdot 10^{-4}$	–
		Хлор ціан	$5 \cdot 10^{-3}$	–
		Синильна кислота	$5 \cdot 10^{-3}$	–
	Індикаторна трубка з червоним кільцем і червоною точкою	Фосфороутримуючі пестициди	$1 \cdot 10^{-3}$	–
	Індикаторна трубка з двома чорними кільцями	Миш'яковистий (фосфористий) водень	$3 \cdot 10^{-4}$	–
	Індикаторна трубка з трьома чорними кільцями	Окисел вуглецю	$2 \cdot 10^{-2}$	–
ГСА-12, ГСП-11, ПРХР, ГСА-1		Фосфорорганічні пестициди	$1 \cdot 10^{-3}$	–
Засоби хімічного контролю				
АЛ-4, АЛ-4М, ПЛВС, ПХЛ, МПХЛ		Усі вище перелічені АХНР		До ГДК _{р.з.}

Газоаналізатор автоматичний ГСП-11 встановлюється для забезпечення хімічних розвідувальних машин і призначається для безперервного контролю повітря з метою виявлення в ньому наявності парів фосфорорганічних ОР і для подання звукових і світлових сигналів виявлення отруйних речовин. Прибор працездатний в інтервалі температур від -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

Як джерела живлення використовуються акумулятори КН-22. Живлення обігрівачів термостату здійснюється від бортової мережі машини напругою 12 В. Тривалість роботи прибору без додаткової зарядки або заміни акумуляторів при нормальній температурі не менше 6 годин.

Прибор має два робочі діапазони чутливості до ОР: чутливість до пару зарину й V-газів на першому діапазоні $5 \cdot 10^{-5}$ мг/л, на другому $2 \cdot 10^{-6}$ мг/л. Тривалість роботи прибору, забезпеченого одною зарядкою індикаторних засобів, на першому діапазоні 2 год, на другому – від 10 год до 12 год. Маса прибору близько 30 кг.

Газоаналізатори «Сирена», «Сирена-2», «Сирена-4» призначаються для автоматичного визначення мікроконцентрації токсичних газів (сірководню, аміаку, фосгену) в повітрі виробничих приміщень, а також сигналізації порогу вимірювання.

Таблиця 7.5 – Характеристики газоаналізаторів Сирена

Характеристики	Тип газоаналізатору		
	Сирена	Сирена-2	Сирена-4
Тип газів для виміру	Сірководень	Аміак	Фосген
Діапазон виміру, мг/м ³	0–3, 0–10, 0–30	0–30	0–1
Погрішність виміру, %	±20	±20	±20
Час одного циклу, хв	5±0,2	5±0,2	5±0,2
Час безперервної роботи, діб	30	30	14
Живлення, В	220	220	220
Маса, кг	58	58	58
Гранично допустимі концентрації, мг/м ³	10	20	0,5
Смертельно токсичні дози, г·хв/л	30	100	6

Газоаналізатори забезпечують виявлення газів (пару): на відстані не більше 300 м між датчиком і блоком управління; при температурі навколишнього повітря від 5°C до 40 °C.

Газоаналізатор «Сирена-М» призначається для виявлення концентрації хлору в повітрі виробничих приміщень. Газоаналізатор може розміщуватися на відстані не більше 5 м від місця забирання проби.

Технічні характеристики приладу становлять: діапазон виміру – 0–2 мг/м³; погрішність виміру – ±20 %; час одного циклу – 1 ± 0,6 хв.; час роботи в автоматичному режимі без перезарядки реактивів – не менше 4 діб; живлення приладу – 220 В; маса приладу – 10 кг.

Газосигналізатор «ГАІ-1» призначається для контролю загазованості повітря робочої зони в 1–2 точках технологічних приміщень.

Технічні характеристики приладу складають: діапазон виміру – 0–2 мг/м³; погрішність виміру – ±20 %; час одного циклу – 1 ± 0,6 хв; час роботи в автоматичному режимі без перезарядження реактивів – не менше 4 діб; живлення приладу – 220 В і від мережі стисненого повітря тиском 1,4 кгс/см²; витрата повітря в межах від 1,2хв до 2,5 л/хв; середнє використання потужності не більше 70 Вт; МЕД рентгенівського й гамма-випромінювання радіоактивного джерела на відстані 0,5 м – $1,3 \cdot 10^{-11}$ А/кг; маса приладу – 47,5 кг; газосигналізатор забезпечує роботу при змінах температури від 15°C до 40 °C і виносу пульта управління на відстань не більше 2 000 м.

Індикатор контролю загазованості приміщень хлором (ІЗП) призначається для контролю граничної допустимої концентрації (ГДК) хлору в повітрі виробничих приміщень хлораторних і очисних споруд і хлорних переливних станцій водопровідних господарств. Склад: електрохімічна комірка (62 мм×68 мм), блок індикації і сигналізації (145 мм×180 мм×77 мм), таблетка (8 мм×6 мм)

Технічні характеристики: діапазон ГДК – 0–1; поріг чутливості концентрації хлору в повітрі – 0,05 мг/м³; час спрацювання при концентрації 1,6 ГДК не більше 180 с; час роботи в автоматичному режимі без проведення регламенту технічного обслуговування не більше 12 міс.; довжина лінії між електрохімічною коміркою та блоком сигналізації: двожилиним кабелем становить 20 м, кабелем з екраном до 100 м; потужність не більше 10 Вт; термін використання таблетки не більше 12 міс.; витрати реагенту на рік не більше 4 г; маса індикатора не більше 3 кг; вихідний сигнал ГСП – 0–10.

Комплект знаків огороження, що носяться, КЗО-1 включає брезентову сумку, в якій розміщується 10 щитків, 5 ліхтарів з елементами 1-КСУ-3, які сухі, 20 паперових трикутників для записів, 2 олівця, штир і паспорт, брезентовий чохол і 10 стійок.

Комплект знаків огороження, із тканини, які перевозяться, КЗО-2 включає 10 прапорців, 10 стійок, 10 картонних полос для записів, 5 ліхтарів з елементами 1-КСУ-3 і 5 шплінтів для закріплення ліхтарів.

У нічний час на стійці прапорця закріплюють електричний ліхтар. Сухий елемент 1-КСУ-3 забезпечує безперервну роботу ліхтаря близько 48 годин. Знаки днем можливо побачити на відстані до 200 м, а в ніч до 100 м.

Автомобільна радіометрична та хімічна лабораторія АЛ-4 забезпечує:

- радіометричний аналіз проб води, харчових продуктів і фуражу;
- якісне й кількісне виявлення в різних пробах звісних ОР;
- кількісне визначення отрут у пробах води, харчових продуктах і фуражу;
- фізико-хімічні аналізи проб незвісних отруйних речовин;
- проведення контрольних аналізів за визначенням повноти дегазації місцевості, озброєння, техніки, транспорту, одягу та спорядження;
- проведення вибіркового контролю захисних властивостей засобів захисту шкіри;
- кількісне визначення та проведення контрольних аналізів сумішей для дегазації, дезактивації, що створюють дим, запалювальних, вибухових речовин і вогнеметних.

Польова хімічна лабораторія ПХЛ-54 призначена для виявлення отруйних речовин (ОР) у пробах, що взяті із різних джерел, а також з техніки, предметів, одягу. Маса спорядженої лабораторії близько 20 кг.

Радіометрична лабораторія в укладці РЛУ-2 призначена для визначення ступеня зараженості радіоактивними продуктами продовольства, фуражу, води, ґрунту, речового та іншого майна.

Лабораторія дає змогу виконувати кількісне визначення питомого зараження об'єктів бета-активними речовинами від 10^{-7} Кі/кг (або Кі/л) і вище. За 10 г роботи лабораторії можливо провести до 12 аналізів проб води й інших рідин або 40–70 аналізів проб різних продуктів харчування, фуражу та інших речовин.

Для розгортання лабораторії необхідно приміщення площею 10–15 м². Час розгортання лабораторії в приміщенні 20 хв. Час на проведення дезактивації майна лабораторії після 10 годин роботи становить 60–90 хв.

Рухома ремонтна хімічна майстерня ПРХМ-1М призначена для проведення періодичного технічного обслуговування та поточного ремонту хімічного озброєння й засобів захисту сил цивільної оборони й територіальних органів управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення, а також для середнього ремонту приборів радіаційної та хімічної розвідки й індивідуальних засобів захисту.

ЛЕКЦІЯ 8

МЕТОДИ ТА ПРИЛАДИ БІОЛОГІЧНОЇ РОЗВІДКИ ТА КОНТРОЛЮ

Питання для розгляду на лекції:

8.1 Біологічна (санітарно-епідеміологічна) розвідка.

8.2 Сучасні засоби та методи індикації біологічних агентів в навколишньому середовищі.

8.1 Біологічна (санітарно-епідеміологічна) розвідка

Завдання санітарно-епідеміологічної розвідки.

Санітарно-епідеміологічна розвідка (далі – СЕР) проводиться при отриманні інформації про здійснення біологічних терористичних актів з метою отримання достовірних і своєчасних даних стосовно санітарно-епідеміологічній обстановки на конкретній території.

Завдання СЕР:

- визначення місця здійснення біологічного терористичного акту на території міста (населеного пункту) або району шляхом виявлення очевидців і їх докладного опиту, рекогностування району розвідки з метою виявлення ознак використання біологічних агентів, встановлення місць застою та рівнів концентрації бактерійного аерозоля;

- оцінка, що створилася після акту біотероризму епідеміологічної ситуації: наявність у районі розвідки інфекційних захворювань людей, що серед тимчасово або тривало перебувають у районі розвідки, за родом своєї діяльності пов'язаних з цим районом;

- виявлення епізоотії серед виявлених у районі розвідки домашніх або диких тварин;

- визначення черговості відбору проб, проведення його та доставка проб у лабораторію для специфічної індикації біологічних агентів;

- встановлення за можливості меж осередку біологічного ураження.

СЕР проводиться одночасно на всій території, що піддалася терористичному акту із застосуванням біологічних агентів.

За неможливості організувати одночасно СЕР на всій передбачуваний площі поразки розвідувальні групи прямують передусім в ті райони, де біологічне зараження становить найбільшу небезпеку для населення.

Група СЕР складається з чотирьох осіб: епідеміолога, лікаря-інфекціоніста, помічника епідеміолога (або лаборанта-бактеріолога) і санітара. За наявності свідчень в групу вводиться зоолог або паразитолог.

Група СЕР повинна бути оснащена мінімум двома укладаннями з майном для відбору проб для специфічної індикації біологічних агентів і лабораторного контролю та контейнером (ящиком, сумкою-холодильником, великим біксом) для транспортування проб у лабораторію.

Відбір проб з об'ємів зовнішнього середовища та проведення індикації біологічних агентів.

Після отримання вказівки від керівника установи на ведення СЕР старший групи організовує такі заходи:

- прийом особовим складом групи (зокрема водієм автомашини) засобів загальної екстреної профілактики;
- вантаження укладань та іншого майна, необхідного для відбору і транспортування проб, а також дезрозчинів (заздалегідь перевірених на бактерицидні властивості) для зовнішньої дезинфекції після СЕР укладань, контейнерів для транспортування проб в лабораторію та для часткової санітарної обробки особового складу групи в процесі ведення СЕР, гідропульта для дезинфекції доданого групі автотранспорту;
- одягання персоналу групи в засоби індивідуального захисту (протихімічні або протичумні костюми 1-го типу, протигази);
- виїзд групи у вказаний район проведення СЕР.

На всі ці заходи витрачається не більше 15–20 хв. Прибувши у вказаний район, група СЕР проводить обстеження виділеної ділянки, визначає об'єкти для відбору проб і черговість їх відбору.

Час на відбір і пакування проб – не більше 30–40 хв, на оформлення документації – 10 хв. Терміни відбору й транспортування проб у лабораторію не повинні перевищувати 1–2 год.

Доставка проб повинна проходити в умовах, що виключають можливість розсіювання матеріалу. Після доставки транспорт знезаражується на спеціальному майданчику, а особовий склад проходить повну санітарну обробку на пункті санобробки.

Основою специфічної індикації біологічних агентів є лабораторні методи мікробіологічного експрес-аналізу, що проводиться за єдиною схемою, що передбачає два взаємодоповнюючі етапи дослідження:

- аналіз нативних матеріалів проб із зони застосування біологічних агентів за допомогою експрес-методів;
- дослідження цими самими методами матеріалів цих самих проб після їх попереднього біологічного збагачення.

Відтворення цієї схеми індикації біологічних агентів передбачає:

- одночасне дослідження великої кількості різноманітних проб, що надходять у лабораторію;
- видачу відповідей у якомога ранні терміни від моменту надходження проб на дослідження.

За відсутності відомостей про застосований для терористичного акту вид мікроорганізму кожна проба підлягає дослідженню на велику кількість збудників небезпечних інфекційних захворювань.

Специфічна індикація біологічних агентів може проводитися в повному або скороченому обсязі залежно від матеріальної бази та штатів кожної конкретної лабораторії. У разі відтворення уніфікованої схеми індикації виявленню й ідентифікації підлягають усі види мікроорганізмів, що входять у перелік можливих засобів біотерористичних атак. За наявності достовірних

відомостей про застосований вид біологічних агентів проводять цілеспрямоване дослідження в межах схеми індикації та ідентифікації конкретного виду мікроорганізму. При цьому необхідно зважати на можливість застосування збудників мікст-інфекцій (комбіновані рецептури). За наявності у хворих характерних ознак хвороби (дані супровідних документів) аналіз доставлених матеріалів проводять цілеспрямовано експресними і/або класичними методами дослідження. У всіх останніх випадках матеріали від хворих людей і тварин досліджують за єдиною схемою специфічної індикації біологічних агентів.

Після надходження проб в лабораторію проводять:

- їх сортування та реєстрацію;
- первинну обробку й підготовку до дослідження;
- концентрацію;
- дослідження нативного матеріалу за допомогою МФА і РНГА;
- біологічне збагачення;
- дослідження біологічно збагаченого матеріалу.

Виявлення інфекційних хворих і підозрілих на захворювання осіб, організація ізоляції та госпіталізації

У комплексі заходів щодо локалізації та ліквідації епідемічних вогнищ, пов'язаних із виникненням висококонтагіозних інфекцій унаслідок акту біотероризму, вирішальну роль грають протиепідемічні, санітарно-гігієнічні та лікувальні заходи. Серед них своєчасне виявлення, ізоляція хворих і контактних осіб, проведення комплексу заходів щодо неспецифічного та специфічного захисту населення, забезпечення строгого протиепідемічного режиму у вогнищі та в лікувально-профілактичних установах, що виділяються для госпіталізації виявлених хворих.

Беручи до уваги, що майже будь-яке інфекційне захворювання починається у людей із підвищенням температури тіла, йому надається першорядне значення в разі виявлення інфекційних хворих і підозрілих на захворювання осіб унаслідок біотерористичного акту, також звертають увагу на стан видимих слизових оболонок і шкірних покривів. Проте варто пом'ятати про виявленні інфекційних хворих, що захворювання холерою зазвичай не супроводжується підвищенням температури тіла. Тому тут важливе своєчасне виявлення осіб із дисфункцією шлунково-кишкового тракту, що виникла в течію не більше п'яти днів із моменту купання або пиття сирої води, участі в ритуальних процедурах, що супроводжуються масовим вживанням харчових продуктів, а також вживанням молока та його дериватів. Ураховуються випадки нез'явлення з невідомих причин на роботу населення.

Особовий склад СЕР, уточнивши на місці умови роботи, побуту й живлення за період часу, передуючий захворюванню виявлених хворих, відбирає від них проби матеріалу та вирішує питання про необхідність приміщення хворого й контактних із ним осіб у відповідний стаціонар (провізорний госпіталь) або ізолятор. Для цього старший групи зв'язується зі своїм начальником після відбору проб від виявлених хворих.

Для роботи у виявленому вогнищі рішенням санітарно-протиепідемічній комісії (СПК) призначається начальник вогнища, при якому створюється протиепідемічний штаб і призначається начальник штабу.

Госпітальна група протиепідемічного штабу при начальнику вогнища оперативно вирішує питання: розгортання госпіталів обсервацій і провізорних і ізоляції, що осіб які контактували з хворими, організації та лікування хворих, спостереження за підозрілими на можливі захворювання ООІ в ізоляторах, провізорних госпіталях (відділеннях).

Клінічна й лабораторна діагностика.

На етапах лабораторної діагностики збудників небезпечних інфекційних захворювань застосовують іммуносерологічні методи з метою виявлення антигена в різних об'єктах дослідження або специфічних антитіл у сироватках хворих людей і тварин.

Пошук антигена здійснюють у пробах клінічного (мокрота, змиви з носоглотки, гнійне відлення з носа, очей, абсцесів, що розкрилися, нориць, екsudати, пунктати нагниваючих лімфатичних вузлів, підшкірних і внутрішньом'язових абсцесів, кров, випорожнювання) і секційного (шматочки внутрішніх органів і уражених тканин, лімфатичних вузлів) матеріалу, органах і тканинах полеглих тварин, зокрема біопробних, пробах з об'єктів зовнішнього середовища. Використовують загальноприйняті схеми індикації та ідентифікації бактерій.

Серологічні реакції (МФА, РНГА) становлять основу етапу експрес-аналізу нативного матеріалу до й після його концентрації за допомогою мембранного фільтрування або імуномагнесорбентів. МФА і РНГА забезпечують отримання попередньої позитивної відповіді через 2–6 год від моменту надходження проб на дослідження. Негативна відповідь на етапі експрес-аналізу матеріалу не видають, дослідження продовжують.

Подальші етапи прискореного та класичного лабораторного аналізу проб, біологічно збагачених на живильних середовищах і в організмі лабораторних тварин, характеризуються розширенням спектру імуносерологічних тестів, спрямованих на виявлення антигена, залежно від оснащення кожної конкретної лабораторії імунодіагностувальними препаратами й апаратурою.

При пошуку специфічних антитіл у сироватках хворих людей і тварин необхідно досліджувати парні сироватки. Наростання титрів специфічних антитіл свідчить про правильність попереднього діагнозу.

Імунопрофілактика, імунокорекція, дезінфекційні заходи в епідемічних вогнищах

При можливому інфікуванні населення (співробітників біологічно небезпечних об'єктів) унаслідок біологічного терористичного акту великими дозами збудника в епідемічному вогнищі, що формується, спочатку необхідно терміново попередити виникнення й розвиток інфекційного захворювання у осіб, що піддалися ризику зараження, що можливо за допомогою використання антибіотиків та інших препаратів, що володіють етіотропною дією. Після

встановлення виду збудника, за епідемічними свідченнями, проводиться специфічна профілактика препаратами активної імунізації (вакцини, анатоксини).

Проте, зазвичай імунітет як результат введення цих препаратів в організм формується після інкубаційного періоду, тобто захворювання настає швидше, ніж виявиться проєктивний ефект імунопрепарату.

Тому у низці випадків у першу годину (дні) після можливого зараження застосовуються засоби пасивної імунізації (сироватки, імуноглобуліни). Допустимо також поєднане одночасне застосування засобів активної імунізації та екстреної профілактики (антибіотики, інші етіотропні препарати), за винятком тих випадків, коли як прищепні препарати використовуються живі вакцини.

Як засоби специфічної профілактики застосовуються різні види вакцин: хімічні, убиті і живі вакцини з атенуйованих штамів і антибіотикостійких варіантів вакцинних штамів.

У цілях підвищення неспецифічної резистентності організму, посилення протективного ефекту засобів екстреної та специфічної профілактики можливе застосування ряду препаратів, що володіють імунокорегувальною дією, так званих імуностимуляторів (імуномодуляторів).

На сьогодні існує низка імуномодуляторних препаратів, що пройшли апробацію в протиепідемічній практиці й щодо доступних, з економічної точки зору, для масового застосування при ліквідації медико-санітарних наслідків ЧС (дібазол, нуклеїнат натрію, левамизол, продигіозан, тималін, інтерферон тощо).

Ці препарати підсилюють продукцію антитіл після вакцинації, істотно скорочують час утворення антитіл і пролонгують їх збереження в організмі на захисних рівнях, а також сприяють подоланню стану імунологічної рефрактерності до вакцин.

Спалахи особливо небезпечних і небезпечних інфекцій, що виникли внаслідок біотерористичних актів, потребують проведення великомасштабних дезінфекційних заходів, спрямованих на знищення мікроорганізмів на різних об'єктах зовнішнього середовища з урахуванням термінів їх виживання. У основі принципу профілактики та боротьби з інфекційними хворобами лежать прямі, непрямі й комплексні методи знищення або придушення життєдіяльності патогенних для людини мікроорганізмів.

Прямі методи мають назву мікробної деконтамінації, під якою розуміють повне або часткове видалення мікроорганізмів з об'єктів зовнішнього середовища й біотоп людини за допомогою чинників прямої ушкоджувальної дії. Є два, що принципово відрізняються типу деконтамінації: на об'єктах зовнішнього середовища та на живих організмах (включаючи людину).

Найпоширеніші такі види деконтамінації: стерилізація та дезінфекція.

8.2 Сучасні засоби та методи індикації біологічних агентів в навколишньому середовищі

Проблема біомоніторингу при загрозі терористичних актів визначає необхідність розробки високочутливих і специфічних (селективних) методів індикації патогенів і створення на основі цих методів досконалих технічних засобів, придатних для організації необхідних захисних заходів.

Відомо, що надійність захисту населення за інших рівних умов безпосередньо залежить від ефективності кожної з ланок протибіологічного захисту (далі – ПБЗ): біологічного контролю, екстреної профілактики (загальної та спеціальної), ізоляційно-обмежувальних та інших заходів щодо ліквідації наслідків застосування біоагентів (далі – БА), спадкоємності, злагоженості дій підрозділів і частин РХБ розвідки МНС, МВС, військ РХБ захисту, підрозділів медичної служби, Мінохоронздоров'я та інших, що здійснюють захист від біоб'єктів.

Першочерговими завданнями, що стоять перед біологічним контролем, є виявлення факту застосування біоагента, встановлення виду застосованого збудника, меж зараження й моменту застосування та зняття засобів захисту.

У системі біологічного контролю, що склалася, на сьогодні для вирішення завдання виявлення факту застосування проводять неспецифічне експрес-виявлення за низкою ознак (підвищення рівня білкового фону, наявність ферментативної активності аналізованої проби тощо). При цьому також передбачається проведення відбору проб для здійснення наступного завдання – установлення виду застосованого збудника, яка покладається на методи і засоби специфічної індикації.

Загалом протибіологічний захист включає:

- біологічний контроль і оцінку (прогнозування) біологічної ситуації; використання індивідуальних і колективних засобів захисту;
- спеціальну обробку, зокрема санітарну обробку особового складу, дезінфекцію об'єктів, місцевості, дорогий, споруд;
- екстрену (загальну й спеціальну) профілактику поразок і вакцинацію (ревакцинацію);
- ізоляційно-обмежувальні та лікувально-евакуаційні заходи;
- маневрування мобільними резервами.

З переліченого вирішальне значення належить біологічному контролю. Отримані при веденні контролю дані слугують підставою для оцінки біологічної ситуації, підготовки пропозицій щодо захисту від БА з вказівкою характеру, обсягів і термінів виконання у кожному конкретному випадку заходів щодо ліквідації наслідків його застосування.

Застосування індивідуальних і колективних засобів захисту, дезінфекція, загальна та спеціальна профілактика, обсервація або карантин також проводяться за даними біологічного контролю (неспецифічної біологічної індикації (далі – НБІ) і специфічної індикації (далі – СІ).

При цьому очевидно, що чим раніше вводиться в дію ті або інші заходи, тим більше зростає їхня ефективність, зокрема й економічна.

З іншого боку, оперативне використання окремих елементів комплексу заходів захисту від біоагентів повинне проводитися на основі достовірної і повної інформації про біологічну ситуацію.

Звідси істотна особливість процесу ПБЗ полягає в тому, що всі подальші заходи здійснюються за наслідками аналізу біологічної ситуації. При цьому система біоконтролю, що включає НБІ і СІ, є первинним чинником, який реалізує потенційні можливості наявних засобів і методів захисту від біоагентів.

Під час вирішення проблеми ПБЗ потрібно мати на увазі, що на сьогодні зберігається потенційна небезпека застосування БА деякими державами, оскільки відсутні надійні механізми контролю за дотриманням Конвенції 1972 р. і важко розмежувати роботи між дозволеною діяльністю в сфері захисту й дослідженнями щодо вдосконалення біологічних об'єктів. Крім того, останнім часом особливої актуальності набула проблема біотероризму. Аналіз наслідків застосування біологічних агентів, проведений американськими фахівцями, сводить, що для міста з населенням 100 тис. осіб матеріальний збиток може становити від 470 млн до 22 млрд доларів США залежно від виду використовуваного БА, кількість уражених людей із летальним результатом може досягати 35 тис. осіб. При цьому потрібно особливо підкреслити, що ефективне виявлення БА і відповідно організація захисту можлива за наявності інформації про можливі способи й засоби застосування БА, що само по собі є складним завданням.

Уважають, що найвірогіднішим способом зараження об'єктів при застосуванні біологічної зброї (далі – БЗ) є аерозольний (аерогенний) шлях розповсюдження БА.

Для забезпечення заходів неспецифічної біоіндикації (далі – НБІ) і та специфічної індикації (далі – СІ) до складу системи біоконтролю повинні входити такі комплекси технічних засобів:

- прилади НБІ локальної та дистанційної дії, призначені для встановлення факту застосування БЗ;
- комплекти (укладання) для неспецифічного виявлення БЗ в пробах (у цю групу ТС можна також включити й прилади для оснащення лабораторій);
- засоби пробовідбору й доставки проб;
- засоби (автоматичні, напіваавтоматичні й комплекти) для автономного або лабораторного визначення в пробах видової або групової приналежності БА, зокрема, що дають змогу біологічно збагачувати пробу з метою видачі остаточної відповіді по ідентифікації збудника хвороби.

Для координації заходів ПБЗ повинні бути також канали зв'язку для передачі в автоматизовані системи управління, а ТС повинні мати необхідні інтерфейси для передачі та прийому сигналів. ТС повинні розташовуватися на відповідних транспортних засобах, що забезпечують ведення біоконтролю, доставку проб, проведення аналізів (машини РХБ розвідки, вертольоти, медичні й санітарно-епідеміологічні лабораторії).

На сьогодні табельні засоби ПБЗ (сигналізатор АСП і мікроскоп МЛД), що є матеріальною основою існуючої системи біоконтролю, не можуть

вирішити в достатньому обсязі завдання, що стоять перед ПБЗ. З огляду на це, створення нових сучасніших технічних засобів є важливим актуальним завданням.

Для вирішення завдань біомоніторингу необхідна розробка високочутливих і специфічних (селективних) методів індикації патогенів, екопатогенів і створення на основі цих методів сучасних технічних засобів.

Водночас на сьогодні відсутні нормативно-технічні документи (далі – НТД), що регламентують вимоги до системи біологічного моніторингу та її складниками.

Водночас у кінці 90-х років ХХ ст фахівцями зацікавлених міністерств і відомств країни спільно з ГОСНИИ БП в ініціативному порядку був розроблений проект НТД «Система загальних технічних вимог. Засоби системи біологічного і екологічного моніторингу навколишнього середовища».

Відповідно до цього документа залежно від призначення та принципу дії засобу системи біологічного й екологічного моніторингу навколишнього середовища повинні включати такі класифікаційні групи:

- автоматичні сигналізатори біологічних аерозолів;
- автоматичні аналізатори біологічних засобів;
- високопродуктивні пробовідбірні пристрої біологічних аерозолів;
- автоматичні (напівавтоматичні) прилади індикації біологічних об'єктів;
- апаратура, прилади, набори, комплекти і пристрої виявлення і ідентифікації біологічних об'єктів;
- апаратура управління, збору й обробки даних.

У пропонованій системі автоматичні сигналізатори біологічних аерозолів повинні здійснювати постійний контроль (моніторинг) зараженості приземного шару повітря, забезпечуючи виявлення біологічного аерозоля в хмарі при проходженні його через контрольовану точку.

Автоматичні аналізатори біологічних засобів у режимі періодичного функціонування повинні забезпечувати диференціацію біологічних засобів, що перебувають в аерозольному стані, на такі умовно таксономічні групи: віруси, рикетсії, бактерії (окремо вегетативні та спорові форми), бактерійні токсини.

Високопродуктивні пристрої біологічних аерозолів призначені для відбору з повітря представницьких проб біологічних агентів і їх зберігання в умовах, що забезпечують максимальне збереження життєздатності.

Автоматичні (напівавтоматичні) прилади індикації біологічних агентів повинні забезпечувати експрес-індикацію (встановлення наявності в межах умовних таксономічних груп) біологічних агентів і продуктів мікробіологічного синтезу в нативних пробах, відібраних високопродуктивними пробоотборними пристроями біологічних аерозолів.

Апаратура, прилади, набори, комплекти та пристрої виявлення й ідентифікації біологічних агентів повинні забезпечувати встановлення видової (типової) приналежності збудників інфекційних хвороб і бактерійних токсинів у нативних і збагачених пробах повітря, ґрунту, води й інших об'єктів навколишнього середовища.

Першочерговим завданням для пропонованої системи та її елементів є встановлення факту біологічного зараження.

Для виконання цього завдання на першому етапі проводять неспецифічне виявлення, на яке покладають також відбір проб для специфічної індикації. Надалі, на другому етапі проводять специфічну індикацію.

У нашій країні вперше в світі була здійснена розробка технічного засобу виявлення БС в аерозольному стані. Створений сигналізатор АСП заснований на хемілюмінесцентному люмінальному методі аналізу. Ухвалення рішення про наявність біоаерозолів в приземному шарі атмосфери у сигналізатора АСП здійснюється на основі порівняння електронного порогу спрацьовування з аналітичним сигналом, що реєструється за допомогою фотоелектронного помножувача в процесі протікання хемілюмінесцентної люмінальної реакції, що каталізує аерозольними частинками, що володіють пероксидазною активністю. Перевищення амплітуди аналітичного сигналу над електронним порогом фактично слугує підставою для сповіщення про застосування БА.

Будучи наймасовішим приладом неспецифічної індикації біологічних об'єктів, сигналізатор АСП має низку таких істотних недоліків, що знижують його ефективність щодо виявлення факту застосування біоаерозолів:

- обмежений спектр біоаерозолів, що виявляються, зважаючи на низький рівень пероксидазної активності або її відсутності у ряду БА;
- погіршення порогу чутливості при виявленні біоаерозолів БА в запиленій атмосфері.

Варто також відзначити, що для безперервної роботи сигналізатора за призначенням протягом доби потрібно чотири літри індикаторного реактиву з комплексу індикаторних засобів (КІЗ), що входить до складу приладу.

Подальше вдосконалення цих приладів доцільно здійснювати у напрямі зменшення масогабаритних характеристик і енергоспоживання шляхом використання новітніх технологій детектування люмінесценції та світлорозсіювання частинок і сучасної елементної бази (фотоприймальний пристрій, компактні напівпровідникові лазерні системи оптичного зондування та мікропроцесорна техніка).

Сигналізатори забезпечені пробовідбірними пристроями, призначеними для відбору проби аерозолів біологічних агентів із метою подальшого аналізу методами специфічної індикації та проведення заходів щодо біологічного захисту.

Для сигналізатора АСП цей пристрій виконаний у вигляді вбудованого циклону, повітря в який подається після виявлення БА. Об'ємна витрата повітря через циклон становить 160–220 л/хв. Відбірані частинки мають середній діаметр понад 2,5 мкм.

На сьогодні розробляється високопродуктивний пробовідбірний пристрій, конструкція якого як обов'язковий елемент включає концентратор респіраційної фракції аерозолів дисперсністю від 1 мкм до 10 мкм. При цьому його продуктивність повинна становити не менше 1,5–2 м/хв.

Разом із розробкою автоматичних сигналізаторів в 80–90 р.р. проводилася розробка дистанційних засобів індикації аерозолів БА. В основу лідарних

наземних комплексів був покладений люмінесцентний метод реєстрації біологічного аерозолі на відстані до декількох кілометрів, який успішно був застосований для контролю за викидами ББК Кирішського та Светлогорського біохімічних заводів.

Для неспецифічного виявлення біологічних об'єктів у пробах використовуються польові ношені комплекти, призначені для аналізу проб із метою первинного їх сортування. Основне завдання при використанні комплектів – отримання швидкого, протягом 10–15 хв, попередньої відповіді про наявність і групову приналежність біологічних матеріалів.

Для цієї мети використовується набір колориметричних, ферментативних реакцій і біохімічних тестів, властивих різним групам біоб'єктів.

З використанням вказаних реакцій і тестів ДЕРЖНДІ БП були розроблені комплекти засобів аналізу проб КСП-11 і КСАП. Комплекти призначені для виявлення та групової індикації мікроорганізмів–збудників інфекційних захворювань у польових умовах.

Індикаторні папери, що входять до складу комплектів, що змочують розчини, реактиви, розчинники, інструменти й матеріали забезпечують відбір, підготовку та проведення аналізу невідомих проб і мікроорганізмів. Віднесення визначуваного мікроорганізму до таксономічних груп можна провести за відповідному набору позитивних і негативних реакцій індикаторних засобів, що входять до складу комплектів.

Комплект КСАП забезпечує часткову групову індикацію мікроорганізмів (із віднесенням мікроорганізмів, що виявляються, до вірусно-рикетсіозної та бактерійної вегетативної груп) в об'єктах навколишнього середовища в інтервалі температур від мінус 20 °С до 30 °С. Комплект обслуговує один оператор.

На сьогодні проводиться модернізація комплекту КСАП у напрямі розширення його функціональних можливостей щодо віднесення визначуваних мікроорганізмів додатково до вірусної та бактерійної спорової таксономічних груп.

На сьогодні для вирішення завдань специфічної індикації використовуються методи та засоби мікробіологічного експрес-аналізу: метод флуоресціюючих антитіл (далі – МФА), реакція непрямой гемаглютинації (далі – РНГА), твердофазний імуоферментний метод (далі – ТІФМ).

Чутливість МФА і РНГА становить 105–106 мт/мл.

Схема специфічної індикації припускає також біологічне збагачення й дослідження МФА і РНГА методами, використовуються також лабораторні тварини, дослідження займають до 2–3 діб. При отриманні негативної відповіді проводять повний мікробіологічний аналіз. Він може займати час до 36 днів і більш. Такі терміни проведення аналізу вже не прийнятні на сьогодні.

Основою для практично всіх методів, використовуваних для специфічної індикації, є ті або інші модифікації імунологічних (імунохімічних) способів. Саме недостатня ефективність класичного біологічного аналізу послугувала рушійною силою розвитку імунохімії і ампліфікованих (гібридизаційних)

методів специфічної індикації та діагностики збудників інфекційних захворювань.

Зокрема, в ДЕРЖНДІ БП подальший розвиток отримали методи імунофлуоресцентного аналізу біоматеріалів в об'ємі проби. Один із них – метод універсальної поліфазної концентрації комплексів біоагентів (вірусів, мікроорганізмів, токсинів) із міченими флуоресцеїном ізотіоціантом (далі – ФІТЦ) антитілами. Основними недоліками цього методу є невисока стійкість до дії великих концентрацій домішок, що заважають, і сильний вплив ступеня очищення антитіл на результати аналізу. Ці недоліки вдалося подолати шляхом використання розчинів із різною питомою щільністю як двофазна система. При цьому в зоні рівноважної щільності спостерігається пік люмінесценції, обумовлений утворенням імунного комплексу біоагента з люмінескуючими імуноглобулінами. Водночас високі концентрації домішок розподіляються в одній з фаз відповідно до їхньої щільності та не заважають визначенню.

Удосконалення методів і технічних засобів експрес-індикації на основі твердофазного люмінесцентного імуноаналізу спрямованих на пошук нових люмінесцентних міток і методичних прийомів детекції, що забезпечують істотне підвищення співвідношення сигнал/фон. Високий рівень чутливості 10^{-10} М (у перерахунку на концентрацію влучні) був досягнутий шляхом використання влучний, що володіють аномально тривалою люмінесценцією, і спеціального способу її виділення в режимі тимчасового дозволу з відсіченням короткоживучого фонового складника. Такий підхід був реалізований у лантанидному імунофлуоресцентному аналізі, так званому методі ІФА, або дисоціативно-підсиленому лантанидному флуоресцентному імуноаналізі. Як мітки були використані хелати лантановидів (Eu, Tb, Dy, Sm), ковалентно пов'язані з антитілами. Цей метод добре зарекомендував себе при діагностиці вірусних інфекцій. Водночас метод ІФА опинився недостатньо ефективним для проведення високочутливого багатокомпонентного аналізу збудників інфекцій. Це пов'язано зі зниженням чутливості методу при використанні замість Eu інших рідкоземельних міток, що володіють слабкішою люмінесценцією.

Молекулярно-генетичний аналіз володіє найбільшою чутливістю зі всіх відомих методів експрес-індикації. Застосування традиційних флуоресцентних міток для виявлення біоагентів за допомогою ДНК-зондів, зазвичай, дає змогу виявити сотні-тисячі клітин у пробі. Ампліфікація генетичного матеріалу методом полімеразної ланцюгової реакції (далі – ПЦР) нуклеїнових кислот знижує цей поріг до одиничних клітин. Розвиток методології ПЦР в на сьогодні розглядається як один із найважливіших напрямів для створення чутливих і специфічних методів індикації та ідентифікації збудників, що не має рівних серед методів лабораторної діагностики за чутливістю та специфічністю аналізу. Водночас, як довів досвід практичного застосування ПЦР в створеному в 2001 році комплекті КПБК-1У для експрес-індикації збудників, істотними обмеженнями методу є його тривалість і низька перешкодозахисна від контамінації продуктами реакції. У зв'язку з цим одним із напрямів у вдосконаленні методології ПЦР для цілей специфічної індикації є розробка методичних прийомів і створення люмінесцентних зондів нового покоління, що

дають змогу істотно понизити кількість циклів ампліфікації шляхом підвищення чутливості детекції влучні. Як і у разі твердофазного імуноаналізу, найперспективніше використання тривало люмінесцентних міток на основі хелатів лантаноїдів або металорофіринів. Методи ампліфікації нуклеїнових кислот дають змогу підвищити чутливість методів імунохімії виявлення токсинів, антигенів шляхом створення гібридних молекул антитіл мічених олигонуклеотидами. Твердофазний аналіз при цьому проходить дві стадії. На першому етапі на твердій фазі адсорбується комплекс шуканого аналіту та пов'язаних із ним молекул гібридних антитіл, на другому етапі здійснюються ампліфікація нуклеїнової кислоти та її виявлення за допомогою різних, зокрема люмінесцентних, ДНК-зондів.

На сьогодні в практичній роботі по колишньому домінують традиційні методики імунофлуоресцентного аналізу з міткою антитіл ФІТЦ. Водночас сучасна база люмінесцентної мікроскопії дає змогу рименять декілька флуорохромів, що розрізняються за спектрально-люмінесцентними характеристиками, що може забезпечити набагато надійнішу ідентифікацію збудників. Функціональні можливості методів імунолюмінесцентної мікроскопії розширюються за рахунок застосування тривалих люмінесцентних міток і реєстрації сигналу люмінесценції в режимі фосфориметрії або двофотонного збудження з відсіченням фону люмінесценції.

Мабуть, поєднання сучасних технологій ультрамікроаналізу, використовуваних у люмінесцентній мікроскопії, таких як лазерне збудження люмінесценції ДНК-зондів із реєстрацією в режимі фосфоресценції або двофотонного збудження, з комп'ютерним розпізнаванням образів дозволить виключити етапи ампліфікації та контролювати наявність біоагентів у пробі безпосередньо за рівнем сигналу люмінесценції. Проте складність і висока вартість устаткування, необхідного для здійснення такого типу аналізу обумовлюють можливість його впровадження тільки в крупних діагностичних центрах.

Одним із напрямів у розробці засобів експрес-індикації збудників є створення люмінесцентних імуносенсорів. У цій сфері переважають методичні підходи з використанням тривалих люмінесцентних міток із реєстрацією в режимі тимчасового дозволу. Водночас, аналіз даних науково-технічної літератури доказує, що на відміну від напівпровідникових електрохімічних імуносенсорів створення капілярних і оптоволоконних імунолюмінесцентних сенсорів на сьогодні не вийшло зі стадії науково-методичної та технологічної розробки.

Представлені результати свідчать про можливість удосконалення засобів експрес-індикації на основі комбінації сучасних методів аналізу імунохімії та молекулярно-генетичного з новітніми розробками в сфері створення люмінесцентних міток, техніки реєстрації надслабких світлових потоків в режимі рахунку фотонів і лазерних методів спектроскопії. Завдання експрес-індикації біологічних агентів ні в цей час, ні в найближчій перспективі, мабуть, не зможуть бути вирішені за допомогою якого-небудь універсального методу.

Для досліджень, пов'язаних із необхідністю швидкого виявлення збудників і токсинів, оптимальними є імуносенсорні технології та технології, що реалізують принципи гомогенного імуноаналізу.

Для стаціонарних лабораторій основного значення набувають такі характеристики методів, як чутливість, специфічність, продуктивність, тоді як чинник часу аналізу менш важливий. У цій ситуації методи молекулярної гібридизації та мультикомпонентного твердофазного імуноаналізу з реєстрацією продуктів біоспецифічного скріплення в режимі тимчасового дозволу люмінесценції, взаємно доповнюючи один одного, мабуть, домінуватимуть над останніми.

Як перспективні прості засоби індикації БА в навколишньому середовищі безумовно варто визнати метод аналізу на імунохроматографічних тест-смугах з використанням як мітки колоїдного золота або графіту. У цьому напрямі ведуться інтенсивні дослідження, до того ж що виробничо-технологічна база по засобах «сухої» хімії була створена при вирішенні проблеми засобів діагностики хворих цукровим діабетом.

Наприкінці варто зазначити, що складність завдань і комплексний підхід проблем біоіндикації вимагає постійного вдосконалення організаційної структури, яка, зі свого боку, може реформуватися, спираючись на реальні успіхи в розвитку методів і технічних засобів індикації. З огляду на організаційну структуру, що склалася, і специфічні завдання різних відомств можна відокремити низку ключових напрямів у розробці засобів індикації:

- персональні біо- та імуносенсори;
- польові укладання та комплекти для обробки проб;
- засоби для оснащення автолабораторій, зокрема прилади для повністю автоматизованого відбору й аналізу біопроб;
- засоби для безперервного й періодичного моніторингу в автоматичному режимі води та повітря;
- прилади й комплекти діагностичних засобів для стаціонарних лабораторій.

При цьому потрібно постійно пам'ятати про те, що не дивлячись на необхідність розвитку методів діагностики інфекційних захворювань, де як детектор виступає людина, істотне зниження наслідків при можливому застосуванні БА, зокрема при біотероризмі, можливо лише при своєчасному виявленні даних біологічних матеріалів, що досягається широким застосуванням технічних засобів індикації.

ЛЕКЦІЯ 9

СПЕЦІАЛЬНА ОБРОБКА ТА ЇЇ ВИДИ

Питання для розгляду на лекції:

9.1 Мета та види спеціальної обробки, її організація та проведення.

9.2 Розчини та речовини, що використовуються для спеціальної обробки.

9.1 Мета та види спеціальної обробки, її організація та проведення

Спеціальна обробка – складова частина ліквідації наслідків радіаційного, хімічного й бактеріального зараження та проводиться з метою відновлення готовності техніки, транспорту та особового складу формувань цивільного захисту до виконання своїх завдань із проведення рятувальних робіт.

Спеціальна обробка включає:

- санітарну обробку особового складу;
- дезактивацію;
- дегазацію;
- дезінфекцію.

Санітарна обробка – видалення з особового складу радіоактивних речовин, знешкодження й видалення отруйних речовин і бактеріологічних засобів.

Дезактивація – видалення радіоактивних речовин із забруднених поверхонь до допустимих розмірів зараження, безпечних для людини.

Дегазація – знешкодження забруднених об'єктів шляхом нейтралізації чи видалення отруйних речовин.

Дезінфекція – видалення заразних мікробів і нейтралізація токсинів на об'єктах, що були заражені.

Дезінсекція – видалення комарів і кліщів.

Дератизація – видалення гризунів.

Залежно від обставин, часу, засобів спеціальна обробка поділяється на часткову та повну.

Часткова спеціальна обробка проводиться силами особового складу формувань і населенням самостійно.

Повна спеціальна обробка проводиться силами штатних невоєнізованих формувань.

В областях створюються для цього служби санітарної обробки людей і обробки одягу на базі підприємств обласного управління комунального обслуговування населення та комунально-технічна – на базі обласного управління комунального господарства.

Для безпосереднього ведення робіт створюються невоєнізовані формування:

- збірні загони (команди, групи) РХЗ;

- команди, групи знезаражування;
- санітарно-обмивальні пункти (далі – СОП) (на базі лазні);
- станції знезаражування одягу (далі – СЗО) (на базі пралень, фабрик хімічного чищення);
- станції знезаражування транспорту (далі – СЗТ) (на базі мийок).

Санітарна обробка

Часткова санітарна обробка проводиться особовим складом формування, робітниками та службовцями об'єктів господарювання, населенням у всіх випадках, коли установлений факт радіоактивного, хімічного чи біологічного зараження.

Вона може проводитися багаторазово без зупинки виконання завдань, за розпорядженнями командирів (начальника), а населення – самостійно.

Вона проводиться після зараження безпосередньо в зоні радіоактивного зараження та повторюється після виходу з зони зараження.

Вона полягає у видаленні радіоактивних часток з відкритих ділянок шкірних покривів тіла (обличчя, рук, шиї), одягу та взуття.

Перед тим як розпочати часткову санітарну обробку, спочатку роблять часткову дезактивацію одягу, взуття й засобів індивідуального захисту.

Під час проведення часткової санітарної обробки на незасадженій території дотримуються такої послідовності:

- знімають засоби захисту шкіри й витрушують їх або протирають тканиною, змоченою водою (дезактивуючим розчином);
- не знімаючи протигаза, витрушують або обмітають радіоактивний пил з одягу;
- обмивають чистою водою відкриті ділянки тіла, потім шолом-маску протигаза;
- знімають протигаз і ретельно миють водою обличчя;
- прополіскують ротову порожнину й горло.

Дезактивація одягу, взуття та засобів індивідуального захисту здійснюється в такій послідовності:

- знімають верхній одяг, ставши спиною проти вітру, ретельно витрушують його, після цього вішають одяг на перекладину (вірówki) і віником (щіткою, джгутом із соломи) змитають чи вибивають радіоактивний пил. Потім очищають взуття від бруду й обмітають його віником чи протирають ватним тампоном, за наявності води – обмивають.

Протигаз (респіратор, протипилову тканинну маску) ретельно витрушують, чистять щіткою, за можливості полощуть чи перуть у чистій воді. Лицьову частину, й коробку протигаза протирають і укладають в очищену протигазову сумку.

Порядок обробки відкритих ділянок шкірних покривів може бути таким: спочатку миють із милом руки протягом трьох-п'яти хвилин, потім обличчя, шию, очі, ніс, рот. Обличчя миють водою з милом, волосся, забруднене радіоактивними речовинами, – шампунем із додаванням 3-відсоткового розчину лимонної кислоти. Очі промивають теплою водою, ротову

порожнину й горло обробляють розчином марганцівки, при цьому радіоактивні речовини видаляються майже цілком. Зуби та ясна вичищають щіткою із зубною пастою, після чого прополіскують 3-відсотковим розчином лимонної кислоти. Особливо ретельно потрібно обробляти місця, де є подряпини, порізи, тріщини через те, що вони сприяють проникненню радіонуклідів в організм. Хороший ефект при обробці шкірних покривів дає застосування паст на основі каолінової глини з різними добавками гексамету фосфату натрію, соди, пемзи тощо. Якщо вказаних компонентів не виявилось, можна використовувати для обробки рук, обличчя, шиї розчин з індивідуального протихімічного пакета.

Пам'ятаючи, що часткова обробка не гарантує повного видалення радіоактивних речовин, проводять індивідуальний дозиметричний контроль. Якщо радіоактивне зараження тіла та забруднення одягу виявиться вище встановлених норм, часткова обробка повторюється або приводиться повна санітарна обробка.

Повна санітарна обробка зводиться до обмивання тіла теплою водою з милом, обробки слизових оболонок очей, носа й рота 2-відсоковим розчином питної соди. Така обробка проводиться на стаціонарних або нерухомих санітарних обмивальних пунктах (далі – СОП), створюваних на базі звичайних лазень, санпропускників, різноманітних душових павільйонів. Одночасно з повною санітарною обробкою проводять дезактивацію білизни, одягу і взуття на пунктах спеціальної обробки (далі – ПуСО) чи на станціях знезаражування одягу (далі – СЗО). Щоб не допустити ураження шкірних покривів, повну санітарну обробку потрібно проводити не пізніше 2–3 годин після зараження.

Роботу санітарно-обмивального пункту організовують так, щоб виключити зустрічний рух людей, які пройшли санітарну обробку, з тими, хто прямує на неї. При вході на СОП люди проходять дозиметричний контроль, у роздягальному відділенні знімають одяг і йдуть в обмивальне відділення. Одяг зі ступенем зараження понад 1 мР/год вилучається й підлягає захороненню, менше 1 м Р/год – дезактивується. В обмивальному відділенні під душем миють голову, шию, руки (робиться це двічі), а потім обмивають усе тіло.

Миття людей триває протягом 15–20 хвилин, після чого проводиться повторний дозиметричний контроль. Якщо результат дозиметричного контролю негативний, санітарна обробка повторюється. Ті, хто пройшов обмивання та дозиметричний контроль, направляються у відділення для одягання (надягають одяг, що пройшов спеціальну обробку, або чистий одяг з обмінного фонду).

У літню теплу погоду для санітарної обробки можна використовувати незаражені радіоактивними речовинами відкриті водойми, а ще краще – проточні вододжерела.

Санітарну обробку можна провести й у домашніх умовах, використовуючи з цією метою ванну, душ або інший придатний для миття посуд.

Санітарна обробка вважається закінченою, якщо рівень радіоактивності не перевищує припустимої норми. Якщо внаслідок проведеної обробки не досягнутий необхідний ступінь чистоти тіла, проводять повторну санітарну обробку.

Після аварії на Чорнобильській АЕС з метою попередження радіоактивного зараження людей проводилася масова санітарна обробка населення, що проживала в потерпілих районах. З цією метою 29 квітня 1986 року були розгорнуті служби санітарної обробки людей і знезаражування одягу (далі – СОЛЗО) у Київській, Чернігівській, Житомирській областях і м. Києві. Здійснення цього захисного заходу потребувало проведення цілого комплексу заходів, спрямованих на розгортання мережі санітарно-обмивальних пунктів (далі – СОП), забезпечення їх необхідними матеріальними засобами, обмінним фондом одягу та взуття, організацію дозиметричного контролю і медичного обслуговування.

Для санітарної обробки населення, евакуйованого з 30-кілометрової зони, були залучені 12 стаціонарних обмивальних пунктів у Поліському, Іванківському, Бородянському, Макарівському районах Київської області з пропускною здатністю 24,9 тисяч осіб на добу. У місті Києві для санітарної обробки евакуйованих і тих, хто приймав участь у роботах із ліквідації наслідків аварії розгорталися 4 стаціонарних обмивальних пункти з пропускною спроможністю 4 тис. осіб на добу.

Подібні обмивальні пункти розгорталися в Чернігівській, Житомирській, Черкаській областях.

У південних і східних областях республіки, де розміщувалися вивезені з м. Києва і 30-кілометрової зони школярі й учні ПТУ, санітарну обробку проводили на стаціонарних санітарно-обмивальних пунктах обласних служб СОЛЮ.

Для санітарної обробки особового складу військових, частин, які працювали безпосередньо в районі атомної електростанції і 30-кілометровій зоні, було розгорнуто силами хімічних підрозділів і частин цивільної оборони 10 пунктів спеціальної обробки (ПуСО). Отже, розгорнута мережа стаціонарних рухомих санітарно-обмивальних пунктів у 30-кілометровій зоні, районах розміщення евакуйованого населення, на основних маршрутах руху автотранспорту дозволила здійснити санітарну обробку робочого персоналу АЕС, особового складу військових частин і невоєнізованих формувань, які брали участь у ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи, а також населення, евакуйованого з небезпечних районів.

Дезактивація

Техніка, майно, одяг, продукти харчування, вода, що забруднені радіоактивними речовинами, підлягають дезактивації. При частковій дезактивації техніки й одягу видаляють радіоактивні речовини з усієї поверхні методом обмітання або обтирання.

Повна дезактивація здійснюється такими методами:

– змивання радіоактивних речовин дезактивуючим розчином, водою

та розчинниками з одночасною обробкою забрудненої поверхні щітками дегазаційних машин і пристосувань.

- змивання радіоактивних речовин водою під тиском;
- знищення радіоактивних речовин газокраплинним потоком;
- знищення радіоактивних речовин витиранням брудної поверхні тампонами, змоченими дезактивуючим розчином, водою та розчинниками;
- зм'ятання радіоактивного пилу віниками, щітками і тощо;
- знищення радіоактивного пилу методом пиловідкачування.

Метод дезактивації вибирається відповідно до виду забруднення. Суть дезактивації, отже, полягає у відриванні радіоактивних речовин із поверхні та знищенні їх з оброблених об'єктів.

Дезактивація будинків проводиться обмиванням водою. Обмивання починається з даху й ведеться зверху вниз. Особливо ретельно обмиваються вікна, двері, карнизи та нижні поверхи будинку.

Дезактивація внутрішніх приміщень і робочих місць проводиться за допомогою обмивання дезактивуючим розчином, водою, обмітання мітлами й щітками, а також протирання. Починати дезактивацію потрібно зі стелі. Стеля, стіни, майно протираються вологими ганчірками, підлога миється теплою водою з милом чи 2–5-відсотковим содовим розчином.

Дезактивація ділянок територій, що мають тверде покриття, може проводитися змиванням радіоактивного пилу струменем води під великим тиском за допомогою поливальних машин чи зм'ятанням радіоактивних речовин підмітально-прибиральними машинами.

Ділянки територій, які не мають твердого покриття, дезактивуються шляхом зняття зараженого шару ґрунту завтовшки 5–10 см, дорожніми машинами (бульдозерами, грейдерами), засипанням забруднених ділянок шаром чистого ґрунту завтовшки 8–10 см; переорюванням зараженої території плугом на глибину до 20 см, збиранням снігу й льоду. Щоб зменшити перенесення радіоактивного пилу з одного місця на інше, використовують з'єднувальні рецептори, які утворюють плівку, що запобігає пилоутворенню.

Дезактивація води проводиться декількома способами: перегонкою – за допомогою іонообмінних смол або відстоювання колодязів шляхом багаторазового відкачування з них води й видалення ґрунту з дна, а ділянка місцевості, що прилягає до колодязя в радіусі 15–20 м, дезактивується шляхом зняття шару ґрунту завтовшки 5–10 см із подальшим засипанням його незабрудненим піском.

Дезактивація продуктів і продовольчої сировини відбувається шляхом обробки чи заміни тари. Продукти, які не були оброблені шляхом зняття забрудненого шару, заражена готова їжа та хліб знищуються.

Для полегшення дезактивації користуються дезактивуючими розчинами, що робляться на базі порошків СФ–2 (СФ–2У) чи за їх відсутності пральними порошками, промисловими відходами, які необхідні для пом'якшення води, що дає можливість краще змити з поверхні бруд разом із радіоактивними речовинами. З цією метою розчини можна підігріти.

Дегазація

Дегазація може проводитися хімічним, фізико-хімічним і фізичним способами.

Хімічний спосіб базується на взаємодії хімічних речовин з отруйними речовинами, внаслідок чого виникають нетоксичні речовини. Цей спосіб дегазації здійснюється протиранням зараженої поверхні дегазаційними розчинами або обробкою їх водними кашками ДТС ГК (хлорне вапно). За відсутності штатних дегазаційних речовин можна використати промислові відходи, які містять у собі речовини лужної та окислювально-хлорувальної дії.

Відходи, які містять речовини лужного характеру, утворюються:

- при очищенні нафтопродуктів;
- при обробці шерсті, льону, бавовни, віскози;
- при митті пляшок із-під пива, вина й безалкогольних напоїв;
- при знежирюванні металевих поверхонь;
- при переробці целюлози й на інших підприємствах хімічної промисловості.

Лужність відходів можна встановити за допомогою лакмусового паперу (синіє) або в результаті лабораторного аналізу. Відходи, які мають у своєму складі речовини окислювальної та окислювально-хлорувальної дії, утворюються:

- при відбілюванні бавовняних і штапельних тканин;
- при відбілюванні целюлози;
- у виробництві хлору, азотно-тукових добрив.

Лакмусовий папір у них червоніє.

Фізико-хімічний спосіб заснований на змиванні отруйних речовин із забрудненої поверхні за допомогою миючих речовин або розчинників. Для цього використовуються порошки «Дом», «Ева» та інші миючі речовини у вигляді водного розчину (влітку) або розчин у аміачній воді (взимку).

При дегазації розчинниками отруйні речовини не знищуються, а розчиняються й видаляються із зараженої поверхні разом із розчинником. Розчинниками можуть бути: бензин, газ, дизельне паливо, дихлоретан, спирт.

Фізичний спосіб заснований на випарюванні отруйних речовин із зараженої поверхні й частковим їх розкладанням під дією високотемпературного газового потоку. Проводиться за допомогою теплових машин.

Дегазація територій може проводитися хімічним або механічним способом. Хімічний спосіб здійснюється поливанням дегазаційними розчинами або розсипанням сухих дегазаційних речовин за допомогою дорожніх машин.

Механічний спосіб – зрізання й видалення верхнього шару за допомогою бульдозерів, грейдерів на глибину 7–8 см, а снігу – до 20 см, або нейтралізація забрудненої поверхні з використанням покриття із соломи, очерету, дощок та інші.

Дегазація території з твердим покриттям, зараженої шкірнонаривними й нервово-паралітичними отруйними речовинами, відбувається обробленням розчином хлорного вапна.

Дезінфекція

Може проводитися хімічним, фізичним, механічним і комбінованим способами.

Хімічний спосіб – знищення хвороботворних мікробів і токсинів дезінфікуючими розчинами. Це основний спосіб дезінфекції.

Фізичний спосіб – кип'ятіння білизни, посуду та інших речей. Використовується переважно при кишкових інфекціях.

Механічний спосіб здійснюється такими самими методами, як і дегазація, і передбачає видалення зараженого ґрунту або використання мастильних матеріалів.

Для того щоб полегшити проведення спеціальної обробки, використовують різні комплекти, а також технічні способи: індивідуальний протихімічний пакет ППП-8, автомобільний комплект спеціальної обробки ДК-4, теплові машини ТМС-65, димові машини ГДА-М, дезінфекційні душові установки ДДА-53А, поливально-мийні, підмітально-прибиральні й пожежні машини, бульдозери, скрепери, грейдери та інші.

Розчини, які використовуються для спеціальної обробки:

- мийний порошок СФ-2У – від білого до жовтого кольору, добре розчиняється у воді при температурі +10–15°C. Для дезактивації техніки використовується 0,15-відсотковий водний розчин СФ-2У;

- порошок СН-50 – суміш спеціальних речовин, для дезактивації техніки використовується 10-відсотковий водний розчин при температурі повітря від 25 °C до 14 °C;

- мийні засоби – «Новость», «Лотос», «Кристалл» – використовувалися при дезактивації техніки на ПуСО після Чорнобильської катастрофи;

- дихлорамін ДТ-2 (ЦТХ-2) – кристалоподібний порошок жовто-білого кольору із запахом хлору, у воді не розчиняється, у дихлоретані розчиняється добре;

- дихлоретан – безбарвна летка речовина із запахом спирту. Кипить при температурі 84 °C, замерзає при – 35 °C. У воді не розчиняється, горить димним полум'ям. Є небезпечною отруйною речовиною; її пари небезпечні для вдихання та діють на шкіру;

- їдкий натр (каустична сода) – гігроскопічний, добре розчинний у воді;

- моноетамонамін – в'язка рідина жовтого кольору зі слабким аміачним запахом, гігроскопічна, горюча, добре змішується з водою, температура замерзання становить – 30 °C, зберігається в металевих бочках на 100 і 300 л.

- аміачна вода (20–30-відсотковий розчин аміаку у воді), подразнює слизові оболонки очей і носа. Температура замерзання становить – 40 °C. Зберігається в металевих бочках на 100 і 250 л;

- двотретинноосновна сіль гіпохлориду кальцію (ДТС-ГК) – білий

сипучий порошок із запахом хлору. У воді розчиняється помірно, в органічних розчинах не розчиняється. Подразнює органи дихання, слизову оболонку ока та шкірні покриви, викликає корозію непофарбованих металевих поверхонь. Зберігається в герметичних барабанах з оцинкованої сталі по 25–50 л;

– хлорне вапно – білий порошок із запахом хлору. У воді розчиняється погано, в органічних розчинниках не розчиняється, викликає іржавіння металу;

– монохлорамін Б – білий кристалоподібний порошок зі слабким запахом хлору. Добре розчинний у воді, негорючий.

9.2 Розчини та речовини, що використовуються для спеціальної обробки

Дегазаційні розчини

Дегазаційний розчин № 1 – відсотковий розчин дихлораміну ДТ-2 у дихлоретані, призначений для дегазації техніки, засобів індивідуального захисту та місцевості, заражених іпритом. Використовується при температурі повітря до – 35 °С при нормі витрати 0,5–0,6 л/м². Період придатності розчину з моменту його приготування не більше 5–7 діб;

Дегазаційний розчин № 2 – водяний розчин 10-відсоткового їдкого натрію і 25-відсоткового моноетаноламіну, призначений для дегазації техніки, ЗІЗ, місцевості, заражених зоманом. Темпера тура замерзання розчину – 40 °С;

1-відсоткова водна суспензія ДТС-ГК – призначена для дегазації техніки, ЗІЗ, місцевості заражених VX, зоманом та іпритом за допомогою комплексу ДК при температурі повітря від 25 °С до 40 °С. У каністру ємністю 2 л висипають 1 пакет (200 г) порошку СН-50 і перемішують 1–3 хвилини.

Дезінфікуючі речовини й розчини

Формальдегід – безбарвний задушливий газ, що розчиняється у воді, 35–40-відсотковий водяний розчин формальдегіду – формалін. Формалін має різкий запах, активно діє на вегетативні та спорові форми мікробів і використовується для дезінфекції техніки, ЗІЗ, одягу, взуття, зберігається в металевих бочках і скляних бутлях по 40 л.

Фенол – тверда речовина жовто-коричневого кольору, добре розчиняється у воді. Водний розчин фенолу (90 %) називається карболовою кислотою, її 3–5-відсотковий розчин знищує вегетативні форми мікробів. Фенол є отрутою, зберігається в бочках і скляних бутлях.

Крезол – темно-бура масляна рідина із запахом фенолу, слабо розчиняється у воді, добре в кислоті й лузі. Використовується у вигляді 5-відсоткового мильно-крезольного розчину для знищення вегетативних форм мікробів. Крезол є отрутою.

Лізол – чорно-бура масляниста рідина, розчин крезолу й калійного мила. Уводі розчиняється добре. Використовується у вигляді 5-відсоткового водного розчину, зберігається в 100 л металевих бочках.

Нафталізол – суміш 35-відсоткового крезолу та 65-відсоткового нафтенowego мила, 10-відсотковий водний розчин нафталізолу має дезінфікуючі й миючі властивості.

Для дезінфекції об'єктів, які заражені споровими формами мікробів, використовують розчини:

10-відсоткового монохлораміну Б і 17–20-відсоткового формальдегіду;

5-відсоткова водяна суспензія ДТС-ГК при температурі повітря +5 °С.

Для дезінфекції об'єктів, що заражені вегетативними формами мікробів, використовують розчини:

3–5-відсоткового формальдегіду;

2-відсоткового монохлораміну;

3–5-відсоткового фенолу;

5-відсоткового крезолу й лізолу;

5–10-відсоткового нафталізолу;

1-відсоткової водної суспензії ДТС-ГК;

2-відсоткового порошку СН-50.

Для місцевості, зараженої вегетативними формами мікробів, використовується 20–25-відсоткова водна суспензія ДТС-ГК, а при спорових формах мікробів – суспензії, які містять 20–12 % активного хлору.

Для знищення токсинів можна використовувати 10-відсотковий водний розчин їдкого натру.

В умовах мінусових температур використовують дегазаційний розчин № 1 – для техніки та транспорту, а шкірного покриття – 0,5-відсотковий розчин монохлораміну Б.

ЛЕКЦІЯ 10

ЛОКАЛІЗАЦІЯ АВАРІЙ, ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛУ ВІД УРАЖЕНЬ, БУДИНКІВ І СПОРУД ВІД РУЙНУВАННЯ

Питання для розгляду на лекції:

10.1 Основні терміни та визначення, що використовуються в ДНАОП 0.00-4.33-99.

10.2 Локалізація та ліквідація аварійних ситуацій на системах газопостачання.

10.3 Локалізація та ліквідація аварій на шахтах.

10.4 Локалізація й ліквідація аварійних розливів нафти.

10.5 Захист будинків і споруд від руйнування.

Локалізація та ліквідація аварій на підприємствах здійснюється у відповідності до ДНАОП 0.00-4.33-99 Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій.

Цей нормативний акт поширюється на потенційно небезпечні підприємства (далі – підприємства), потенційно небезпечні об'єкти (далі – об'єкти), на яких можливі аварії із залповими викидами вибухонебезпечних і токсичних продуктів, вибухами й загоряннями (пожежами) в апаратурі, виробничих приміщеннях і зовнішніх спорудах, які можуть призвести до зруйнування будинків, споруд, технологічного устаткування, ураження людей, негативного впливу на довкілля.

Нормативний акт встановлює порядок розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій (далі – ПЛАС), вимоги до їхнього складу, змісту та форми, процедуру затвердження й перегляду ПЛАС.

Вимоги цього нормативного акта обов'язкові для всіх міністерств, відомств, підприємств, організацій, юридичних і фізичних осіб незалежно від їхньої галузевої та/або відомчої належності й форми власності.

Вимоги цього нормативного акта не поширюються:

- наядерні установки та підприємства з переробки радіоактивних речовин, за винятком тих об'єктів на цих підприємствах, де є обіг нерадіоактивних речовин;
- військові об'єкти;
- підприємства гірничодобувної промисловості (шахти);
- на всі види транспорту, крім трубопровідного.

10.1 Основні терміни та визначення, що використовуються в НПАОП 0.00-4.33-99

Аварійна ситуація – стан потенційно небезпечного об'єкта, що характеризується порушенням меж та/або умов безпечної експлуатації, але не перейшов в аварію, при якому всі несприятливі впливи джерел небезпеки на персонал, населення та навколишнє середовище утримуються у прийнятних

межах за допомогою відповідних технічних засобів, передбачених проектом.

Аварія – раптова подія, така як потужний викид небезпечних речовин, пожежа або вибух, унаслідок порушення експлуатації підприємства (об'єкта), яка призводить до негайної та/або подальшої загрози для життя та здоров'я людей, довкілля, матеріальних цінностей на території підприємства та/або за його межами.

Блок технологічний – апарат (устаткування) або група (з мінімальною кількістю) апаратів (устаткування), які в заданий час можна відключити (ізолювати) від технологічної системи без небезпечних змін режиму, що можуть призвести до розвитку аварії в суміжній апаратурі.

Відділення – структурний підрозділ підприємства чи цеху, що містить декілька виробничих дільниць, займає відокремлену територію та здійснює частку виробничого процесу з перероблення предмета праці.

Дільниця виробнича – структурний підрозділ підприємства чи цеху, що об'єднує групу робочих місць, організованих за предметним, технологічним чи предметно-технологічним принципом спеціалізації.

Критичні значення параметрів – граничні значення одного або кількох взаємопов'язаних параметрів (щодо складу матеріального середовища, тиску, температури, швидкості руху, часу перебування в зоні із заданим режимом, співвідношення компонентів, що змішуються, роз'єднування суміші тощо), при яких можливе виникнення вибуху в технологічній системі або розгерметизація технологічної апаратури та викиди горючої або токсичної речовини в атмосферу.

Ліквідація наслідків аварії – режим функціонування, під час якого підприємство (об'єкт) після аварії переводиться в режим нормальної експлуатації або перетворюється в екологічно безпечну природно-технологічну систему.

Небезпечні режими роботи устаткування – режими, які характеризуються такими відхиленнями технологічних параметрів від регламентних значень, при яких може виникнути аварійна ситуація та/або статися зруйнування обладнання, будинків, споруд.

Об'єкт потенційно небезпечний – будь-яке джерело потенційної шкоди життєво важливим інтересам людини.

Підприємство потенційно небезпечне – промислове підприємство, що використовує в своїй діяльності або має на своїй території потенційно небезпечні об'єкти.

Підприємство (промислове) – статутний суб'єкт, який має право юридичної особи та здійснює виробництво й реалізацію продукції певних видів із метою одержання відповідного прибутку.

Підрозділ структурний – ланка організації (підприємства), яка включає колектив виконавців або/і робочих, яка має відокремлені, чітко визначені функції в процесі керівництва або виробничому процесі, які відрізняються від функцій інших ланок, і через це входить, як організаційно відокремлена від інших підрозділів частка організації (підприємства), в його структуру або в структуру підрозділів організації (підприємства). Наприклад: виробництво, цех,

відділення, виробнича дільниця.

Складником виробництва можуть бути цехи, відділення, виробничі дільниці. Складником цеху можуть бути відділення й виробничі дільниці. Складовою частиною відділення є виробничі дільниці.

Процес технологічний – сукупність фізико-хімічних перетворень речовин і змін значень параметрів матеріального середовища, які проводяться з певною метою в апараті (системі взаємопов'язаних апаратів, агрегаті, машині тощо).

Спеціалізовані підрозділи – гірничо-газорятувальні та пожежні частини, медична служба, підрозділи формувань органів Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи.

Уражальні чинники аварії – фактори, що виникають під час аварії, які здатні у разі досягнення певних значень завдати збитків здоров'ю людей, довкіллю, матеріальним цінностям (надлишковий тиск на фронті ударної (вибухової) хвилі, теплове навантаження від полум'я, концентрація небезпечних речовин у атмосфері, воді, ґрунті тощо).

Установка – сукупність устаткування (апаратів), яка виконує певну функцію в технологічному процесі.

Цех – організаційно та/або технологічно відокремлений структурний підрозділ, що прямо чи побічно бере участь у переробленні предмета праці на готову продукцію та складається із сукупності виробничих дільниць.

10.2 Локалізація та ліквідація аварійних ситуацій на системах газопостачання

Для локалізації та ліквідації аварійних ситуацій у спеціалізованих підприємствах газового господарства (далі – СПГГ) організується аварійно-диспетчерська служба (далі – АДС), її філіали й пости з цілодобовою роботою, зокрема вихідні та святкові дні.

Служби АДС повинні бути забезпечені проводовим зв'язком «104», зв'язком зі спецслужбами (пожежна охорона, швидка допомога, міліція, енергопостачальні організації тощо), засобами радіозв'язку й мати апаратуру для магнітофонного запису, електрифіковану мнемосхему газопроводів високого й середнього тисків обслуговуваних населених пунктів із чисельністю населення понад 50 тис. осіб, планшети газопроводів із зазначенням на них всіх споруд, інженерни комунікацій у масштабі не більше 1:1 000.

Штати АДС і їх філіалів, матеріально-технічне оснащення, а також оснащення технічною та оперативно-експлуатаційною документацією визначаються СПГГ.

Експлуатаційні дільниці, які не мають у своєму складі АДС, повинні для надання їм необхідної допомоги прикріплюватися наказом СПГГ до АДС або найближчого філіалу.

Підприємства і організації, які експлуатують системи газопостачання, виконують аварійні роботи силами і засобами власної газової служби.

За аварійними викликами підприємств, що мають власну газову службу, АДС СПГГ беруть участь і подають їм практичну, методичну допомогу з локалізації аварій і їх наслідків.

Аварійні роботи на газонаповнювальні станції (далі – ГНС), газонаповнювальні пункти (далі – ГНП), стаціонарні автомобільні газозаправні станції (далі – АГЗС) і пункти (далі – АГЗП) виконуються персоналом цих підприємств. Участь АДС СПГГ в проведенні аварійних робіт на ГНС, ГНП, АГЗС, АГЗП встановлюється планом локалізації і ліквідації аварій.

Діяльність аварійних бригад з локалізації і ліквідації аварійних ситуацій повинна обумовлюватися планом локалізації і ліквідації аварій та планом взаємодії служб різних відомств (цивільної оборони, пожежної охорони, швидкої допомоги, міліції, організацій, які експлуатують інженерні комунікації тощо), розробленими кожним підприємством з урахуванням місцевих умов.

Відповідальність за складання планів, своєчасність внесення в них доповнень і змін, перегляд і перезатвердження їх (не рідше ніж на 3 роки) несе власник підприємства.

На кожному підприємстві з бригадами АДС повинні проводитися тренувальні заняття з наступною оцінкою дії персоналу:

- з планів локалізації і ліквідації аварійних ситуацій по кожній темі для кожної бригади – не рідше 1 разу на 3 місяці;
- з планів взаємодії служб різного призначення підприємств і населеного пункту – не рідше 1 разу на 6 місяців.

Тренувальні заняття повинні проводитися в умовах, максимально наближених до реальних.

Проведені тренувальні заняття повинні реєструватися в спеціальному журналі. Результати тренувальних занять повинні бути розглянуті і вжиті заходи по усуненню недоліків.

Всі заявки АДС повинні реєструватися в спеціальному журналі, де зазначаються: час надходження повідомлення (заявки), адреса, прізвище заявника, час виїзду і прибуття на місце бригади АДС, час виконання заявки, характер пошкодження і перелік виконаних робіт.

В аварійних службах СПГГ телефонні заявки одночасно повинні автоматично записуватися на магнітну стрічку, термін зберігання касет з записами повинен бути не менше одного місяця.

Своєчасність виконання аварійних заявок і обсяг робіт повинні систематично контролюватися керівництвом СПГГ. На підставі аналізу всіх заявок повинні розроблятися заходи з поліпшення технічного обслуговування газового господарства.

При одержанні повідомлення (заявки) про наявність газу диспетчер зобов'язаний дати інструктаж заявнику про вжиття необхідних заходів з безпеки.

В основу організації робіт з виконання аварійних заявок повинна бути покладена вимога про прибуття бригади АДС (персоналу експлуатаційної дільниці, при якій АДС і її філіали можуть не організовуватися) на аварійний

об'єкт в гранично короткий строк, встановлений положенням про АДС, але не пізніше як через 40 хвилин.

За всіма повідомленнями про вибух, пожежу, загазованість приміщень бригада АДС повинна виїхати до місця аварії протягом 5 хвилин.

Бригада АДС повинна виїжджати на спеціальній аварійній автомашині, обладнаній радіостанцією, сиреною, «мигалкою» і укомплектованій відповідно до додатка 10 НПАОП 0.00-1.20-98 Правила безпеки систем газопостачання України.

При виїзді для локалізації і ліквідації аварій на надземних і підземних газопроводах бригада АДС повинна мати планшети і необхідну виконавчо-технічну документацію (плани газопроводу з прив'язками, схеми зварних стиків, при потребі).

Відповідальність за своєчасне прибуття бригади АДС на місце аварії і виконання робіт згідно з планом локалізації і ліквідації аварій несе керівник зміни.

При виявленні газу з концентрацією понад 1 % – для природного газу або 0,4 % – для зріджених вуглеводних газів (далі – ЗВГ) в підвалах, тунелях, колекторах, під'їздах, приміщеннях перших поверхів будинків повинні бути вжиті заходи для негайного відключення газопроводів від системи газопостачання і евакуації людей з небезпечної зони.

На пошкоджений газопровід (для тимчасової ліквідації витoku) дозволяється накладати бандаж або хомут. Засипка підземних газопроводів з накладеними на них бандажами або хомутами забороняється.

Встановлення бандажів або хомутів на внутрішніх газопроводах забороняється.

Роботи з ліквідації аварій або аварійних ситуацій АДС може передавати експлуатаційним службам після того, як будуть вжиті всі заходи щодо унеможливлення вибухів, пожеж, отруєнь.

10.3 Локалізація та ліквідація аварій на шахтах

Обвалення гірських вироблень.

Дії щодо обвалення гірських вироблень:

- відключити електроенергію на аварійному виробленні; при обваленні в підготовчому виробленні – тільки на механізмах, що знаходяться в аварійному виробленні;
- забезпечити нормальну роботу вентиляторів головного провітрювання (далі – ВГП) і вентиляторів місцевого провітрювання (далі – ВМП), збільшити витрату повітря в аварійному виробленні;
- направити членів допоміжної гірничорятувальної служби (далі – ДГС) і гірників аварійного і довколишніх ділянок під керівництвом змінного нагляду на порятунок людей, захоплених аварією;
- організувати розбирання завалу;
- організувати роботи по відновленню провітрювання гірських вироблень. При порушенні провітрювання у виробленнях, що примикають до

аварійної ділянки, вивести з них гірників, рятувальні роботи проводити членами ВГС. Для обмеження доступу на аварійну ділянку виставити пости;

– направити відділення воєнізованої гірничо-рятувальної частини (далі – ВГРЧ) для порятунку людей, надання ним допомоги.

Загазовування:

– припинити роботи і вивести людей із загазованої вироблення у вироблення з придатною для дихання атмосферою;

– виключити можливість знаходження людей в примикаючих виробленнях з витікаючим вентиляційним струменем і можливість руху ним електровозів;

– відключити електроенергію в загазованої виробленні і у виробленнях з витікаючим з неї вентиляційним струменем. Відключення електроенергії проводиться способом, що виключає несанкціоновану її подачу в аварійне вироблення і у вироблення, де можливе перевищення концентрації метану понад допустимі норми;

– виставити пости, що обмежують доступ на аварійну ділянку з числа членів ДГС;

– виконати заходи щодо зниження концентрації метану у виробленнях аварійної ділянки до допустимих норм.

Несанкціонована зупинка ВГП:

включити резервний агрегат ВГП, зафіксувати час зупинки робочого агрегату ВГП. Якщо резервний агрегат ВГП не включається:

а) на газових шахтах:

– припинити всі роботи в шахті, вивести людей в гірські вироблення зі свіжим струменем повітря, зняти напругу з електроустаткування;

– повідомити технічного керівника (головному інженерові) шахти, головного механіка, енергетика шахти, начальника ділянки аерологічної безпеки;

– направити ремонтний персонал в будівлю ВГП;

– з'ясувати причину раптової зупинки ВГП; викликати ВГСЧ;

– забезпечити роботу центрального водовідливу.

При зупинці ВГП більше 30 хвилин вивести всіх людей, що знаходяться в шахті, до воздухоподающим стовбурів. Вирішення про вивід людей з шахти на поверхню приймає технічний керівник (головний інженер) організації, забезпечивши при цьому аерогазовий контроль в гірських виробленнях шахти, роботу шахтного підйому і водовідливу. Місця контролю аерогазового стану гірських вироблень визначає технічний керівник (головний інженер).

Після включення ВГП і відновлення провітрювання провести виміри змісту метану в місцях виробництва робіт, у електричних машин, апаратів і на відстані не менше 20 м від місць їх установки у всіх прилеглих виробленнях, провести разгазование тупикових вироблень;

б) на негазових шахтах:

– припинити роботи в тупикових виробленнях, вивести людей на свіжий струмінь, зняти напругу з електроустаткування;

- повідомити технічного керівника (головному інженерові) шахти, головного механіка і енергетика шахти;
- направити ремонтний персонал в будівлю ВГП;
- з'ясувати причину раптової зупинки ВГП. При неможливості включити вентилятор – викликати ВГСЧ;
- після закінчення 30 хвилин після раптової зупинки ВГП припинити всі роботи, вивести людей на свіжий струмінь повітря, при тривалій зупинці ВГП – до воздухоподающему стовбура або на поверхню;
- забезпечити роботу центрального водовідливу.

Загальношахтне відключення електроенергії:

- зафіксувати час відключення електроенергії;
- повідомити технічного керівника (головному інженерові) шахти, головного механіка, енергетика шахти;
- припинити всякі роботи в шахті, відключити механізми і направити людей до воздухоподающему стовбура;
- з'ясувати причину відключення електроенергії; ухвалити рішення про вивід людей з шахти;
- прийняти заходи по запобіганню затопленню центрального водовідливу.

Застрявання в стовбурі підйомних судин з людьми, обрив каната:

- вибрати можливий напуск каната;
- повідомити про аварію ВГСЧ, технічному керівникові (головному інженерові) шахти, головному механікові, енергетикові, направити ремонтний персонал в будівлю аварійного підйому;
- з'ясувати причину застрявання кліті, обриву каната;
- забезпечити зв'язок з людьми в застряглій кліті;
- організувати виведення людей із застряглої кліті;
- при аваріях в зимовий час забезпечити захоплених аварією людей теплим одягом.

Припинення подачі тепла калориферними установками при температурі навколишнього повітря – 15°C і нижче:

- повідомити технічного керівника (головному інженерові) шахти, диспетчера, головного механіка, енергетика і начальника ділянки аерологічної безпеки шахти;
- організувати у воздухоподающих виробленнях контроль температури повітря, що поступає в шахту;
- скоротити витрату повітря, що поступає в шахту. Рішення про зупинку ВГП, перекладі їх в реверсивний режим провітрювання, виведенні людей з шахти приймає технічний керівник (головний інженер) організації.

Дії з ліквідації аварій на хіміко-технологічних об'єктах шахти визначаються окремими планами локалізації і ліквідації аварійних ситуацій. У випадках, коли аварії на хіміко-технологічних об'єктах шахти загрожують працівникам, що знаходяться в гірських виробленнях шахти, в ПЛА шахти включається позиція «Проникнення токсичних речовин в гірські вироблення».

Землетрус:

- вивести людей з шахти на поверхню;
- вивести людей з надшахтних і адміністративних будівель.

10.4 Локалізація і ліквідація аварійних розливів нафти

Аварійні розливи нафти і нафтопродуктів, що мають місце на об'єктах нафтовидобувної і нафтопереробної промисловості, при транспортуванні цих продуктів завдають відчутної шкоди екосистемам, приводять до негативних економічних і соціальних наслідків.

У зв'язку із збільшенням кількості надзвичайних ситуацій, яка обумовлена зростанням здобичі нафти, зносом основних виробничих фондів (зокрема, трубопровідного транспорту), а також диверсійними актами на об'єктах нафтової галузі, що почастишали останнім часом, негативна дія розливів нафти на навколишнє середовище стає все більш істотною. Екологічні наслідки при цьому носять характер, що важко враховується, оскільки нафтове забруднення порушує багато природних процесів і взаємозв'язки, істотно змінює умови проживання всіх видів живих організмів і накопичується в біомасі.

Локалізація і ліквідація аварійних розливів нафти і нафтопродуктів передбачає виконання багатофункціонального комплексу завдань, реалізацію різних методів і використання технічних засобів. Незалежно від характеру аварійного розливу нафти і нафтопродуктів (далі – ННП) перші заходи по його ліквідації повинні бути направлені на локалізацію плям щоб уникнути розповсюдження подальшого забруднення нових ділянок і зменшення площі забруднення.

Бонові загороди.

Основними засобами локалізації розливів ННП в акваторіях є бонові загороди. Їх призначенням є запобігання розтіканню нафти на водній поверхні, зменшення концентрації нафти для полегшення процесу прибирання, а також відведення (тралення) нафти від найбільш екологічно уразливих районів.

Залежно від застосування бони підрозділяються на три класи:

- I клас – для захищених акваторій (річки і водоймища);
- II клас – для прибережної зони (для перекриття входів і виходів в гавані, порти, акваторії судоремонтних заводів);
- III клас – для відкритих акваторій.

Бонові загороди бувають наступних типів:

- самонадувні – для швидкого розгортання в акваторіях;
- важкі надувні – для огорожі танкера у терміналу;
- що відхиляють – для захисту берега, огорож ННП;
- що не згорають – для спалювання ННП на воді;
- сорбційні – для одночасного сорбування ННП.

Всі типи бонових загород складаються з наступних основних елементів:

- поплавця, що забезпечує плавучість бона;

- надводної частини, що перешкоджає перехльостуванню нафтової плівки через бони (поплавець і надводна частина іноді суміщені);
- підводної частини (спідниці), що перешкоджає віднесенню нафти під бони;
- вантажу (баласту), що забезпечує вертикальне положення бон щодо поверхні води;
- елементу подовжнього натягнення (тягового троса), що дозволяє бонам за наявності вітру, хвиль і течії зберігати конфігурацію і здійснювати буксирування бон на воді;
- сполучних вузлів, що забезпечують збірку бон з окремих секцій;
- пристроїв для буксирування бон і кріплення їх до якорів і буїв.

При розливах ННП в акваторіях річок, де локалізація бонами із-за значної течії утруднена або взагалі неможлива, рекомендується стримувати і змінювати напрям руху нафтової плями судами-екранами, струменями води з пожежних стволів катерів, буксирів і судів, що стоять в порту.

Греблі

Як локалізуючі засоби при розливі ННП на ґрунті застосовують цілий ряд різних типів гребель, а також споруду земляних комор, запруд або обваловок, траншей для відведення ННП. Використання певного виду споруд обумовлюється поряд чинників: розмірами розливу, розташуванням на місцевості, порою року тощо.

Для заборони розливів відомі наступні типи гребель: сифонова і стримуюча греблі, бетонна гребля донного стоку, переливна гребля дамби, крижана гребля. Після того, як нафту, що розлилася, вдається локалізувати і сконцентрувати, наступним етапом є її ліквідація.

Методи ліквідації.

Існує декілька методів ліквідації розливу ННП: механічний, термічний, фізико-хімічний і біологічний.

Одним з головних методів ліквідації розливу ННП є механічний збір нафти. Найбільша ефективність його досягається в перший годинник після розливу. Це пов'язано з тим, що товщина шаруючи нафти залишається ще достатньо великою. (При малій товщині нафтового шару, великій площі його розповсюдження і постійному русі поверхневого шару під впливом вітру і течії процес відділення нафти від води достатньо утруднений.) Крім цього ускладнення можуть виникати при очищенні від ННП акваторій портів і верфей, які часто забруднені всіляким сміттям, тріскою, дошками і іншими предметами, плаваючими на поверхні води.

Термічний метод, заснований на випалюванні шарів нафти, застосовується при достатній товщині шару і безпосередньо після забруднення, до утворення емульсій з водою. Цей метод, зазвичай, застосовується у поєднанні з іншими методами ліквідації розливу.

Фізико-хімічний метод з використанням диспергентів і сорбентів розглядається як ефективний в тих випадках, коли механічний збір ННП неможливий, наприклад при малій товщині плівки або коли ННП, що

розлилися, представляють реальну загрозу найбільш екологічно уразливим районам.

Біологічний метод використовується після застосування механічного і фізико-хімічного методів при товщині плівки не менше 0,1 мм.

При виборі методу ліквідації розливу ННП потрібно виходити з наступних принципів:

- всі роботи повинні бути проведені в найкоротші терміни;
- проведення операції по ліквідації розливу ННП не повинне завдати більшого екологічного збитку, чим сам аварійний розлив.

Скимери.

Для очищення акваторій і ліквідації розливів нафти використовуються нефтесборщики, сміттезбирачі і нефтемусоросборщики з різними комбінаціями пристроїв для збору нафти і сміття.

Нафтозбиральні пристрої, або скимери, призначені для збору нафти безпосередньо з поверхні води. Залежно від типу і кількості нафтопродуктів, що розлилися, погодних умов застосовуються різні типи скимерів як по конструктивному виконанню, так і за принципом дії.

За способом пересування або кріплення нафтозбірні пристрої підрозділяються на самоходні; стаціонарні; буксирувані і переносні на різних плавальних засобах. За принципом дії – на порогові, олеофільні, вакуумні і гідродинамічні.

Порогові скиммери відрізняються простотою і експлуатаційною надійністю, засновані на явищі протікання поверхневого шару рідини через перешкоду (поріг) в ємність з нижчим рівнем. Нижчий рівень до порогу досягається відкачуванням різними способами рідини з ємкості.

Олеофільні скимери відрізняються незначною кількістю збираною спільно з нафтою води, малою чутливістю до сорту нафти і можливістю збору нафти на мілководді, в затонах, ставках за наявності густих водоростей тощо. Принцип дії даних скиммерів заснований на здатності деяких матеріалів піддавати нафту і нафтопродукти налипанню.

Вакуумні скимери відрізняються малою масою і порівняно малими габаритами, завдяки чому легко транспортуються у видалені райони. Проте вони не мають в своєму складі насосів, що відкачують, і вимагають для роботи берегових або суднових вакуумуючих засобів.

Більшість цих скиммерів за принципом дії є також пороговими. Гідродинамічні скимери засновані на використанні відцентрових сил для розділення рідини різної щільності – води і нафти. До цієї групи скимерів також умовно можна віднести пристрій, що використовує як привід окремих вузлів робочу воду, що подається під тиском гідротурбінам, що обертають нефтеоткачивающие насоси і насоси пониження рівня за порогом, або гідроэжекторам, здійснюючим вакуумирование окремих порожнин. Зазвичай, в цих нефтесборных пристроях також використовуються вузли порогового типу.

У реальних умовах у міру зменшення товщини плівки, пов'язаної з природною трансформацією під дією зовнішніх умов і у міру збору ННП, різко знижується продуктивність ліквідації розливу нафти. Також на продуктивність

впливають несприятливі зовнішні умови. Тому для реальних умов ведення ліквідації аврійного розливу продуктивність, наприклад, порогового скиммера потрібно приймати рівній 10–15 % продуктивності насоса.

Нафтозбиральні системи

Нафтозбиральні системи призначені для збору нафти з поверхні морів під час руху нафтозбиральних судів, тобто на ходу. Ці системи є комбінацією різних бонових загород і нафтозбиральних пристроїв, які застосовуються також і в стаціонарних умовах (на якорях) при ліквідації локальних аварійних розливів з морських бурових або потерпілих лихо танкерів.

За конструктивним виконанням нафтозбиральні системи діляться на буксирувані і навісні.

Буксирувані нафтозбиральні системи для роботи у складі ордера вимагають залучення таких судів, як:

- буксири з хорошою керованістю при малих швидкостях;
- допоміжні судна для забезпечення роботи нефтесборных пристроїв (доставка, розгортання, подача необхідних видів енергії);
- судна для прийому і накопичення зібраної нафти і її доставки.

Навісні нафтозбиральні системи навішуються на один або два борти судна. При цьому до судна пред'являються наступні вимоги, необхідні для роботи з буксируемими системами:

- добре маневрування і керованість на швидкості 0,3–1,0 м/с;
- розгортання і енергозабезпечення елементів нефтесборной навісної системи в процесі роботи;
- накопичення збираної нафти в значних кількостях.

Спеціалізовані судна.

До спеціалізованих судів для ліквідації аварійних розливів ННП відносяться судна, призначені для проведення окремих етапів або всього комплексу заходів щодо ліквідації розливу нафти на водоймищах. По функціональному призначенню їх можна розділити на наступні типи:

- *нафтозбиральники* – самохідні судна, що здійснюють самостійний збір нафти в акваторії;
- *бонопостановники* – швидкісні самохідні судна, що забезпечують доставку в район розливу нафти бонових загород і їх установку;
- *універсальні* – самохідні судна, здатні забезпечити велику частину етапів ліквідації аварійних розливів ННП самостійно, без додаткових плавтехсредств.

Диспергенти і сорбенти.

В основі фізико-хімічного методу ліквідації розливів ННП лежить використання диспергентів і сорбентів.

Диспергенти є спеціальними хімічними речовинами і застосовуються для активізації природного розсіювання нафти з метою полегшити її видалення з поверхні води раніше, ніж розлив досягне більш за екологічно уразливий район.

Для локалізації розливів ННП обгрунтовано застосування і різних порошкоподібних, тканинних або бонових матеріалів, що сорбують. Сорбенти при взаємодії з водною поверхнею починають негайно вбирати ННП,

максимальне насичення досягається в період перших десяти секунд (якщо нафтопродукти мають середню щільність), після чого утворюються грудки матеріалу, насиченого нафтою.

Біоремедитація

Біоремедитація – це технологія очищення нефтезагязненої ґрунту і води, в основі якої лежить використання спеціальних, углекислотних окислюючих мікроорганізмів або біохімічних препаратів.

Число мікроорганізмів, здатних асимілювати нафтові вуглеводні, відносно невелике. В першу чергу це бактерії, в основному представники роду *Pseudomonas*, а також певні види грибків і дріжджів. В більшості випадків всі ці мікроорганізми є строгими аеробами.

Існують два основні підходи в очищенні забруднених територій за допомогою біоремедитації:

- стимуляція локального ґрунтового біоценозу;
- використання спеціально відібраних мікроорганізмів.

Стимуляція локального ґрунтового біоценозу заснована на здатності молекул мікроорганізмів до зміни видового складу під впливом зовнішніх умов, в першу чергу субстратів живлення.

Найбільш ефективно розкладання ННП відбувається в перший день їх взаємодії з мікроорганізмами. При температурі води 15–25 °С і достатній насиченості киснем мікроорганізми можуть окисляти ННП з швидкістю до 2 г/м² водної поверхні в день. Проте при низьких температурах бактерійне окислення відбувається поволі, і нафтопродукти можуть залишатися у водоймищах тривалий час – до 50 років.

На закінчення необхідно відзначити, що кожна аварійна ситуація, обумовлена аварійним розливом нафти і нафтопродуктів, відрізняється певною специфікою. Многофакторність системи «нафта – навколишнє середовище» часто утрудняє ухвалення оптимального рішення по ліквідації аварійного розливу. Проте, аналізуючи способи боротьби з наслідками розливів і їх результативність стосовно конкретних умов, можна створити ефективну систему заходів, що дозволяє в найкоротші терміни ліквідовувати наслідки аварійних розливів ННП і звести до мінімуму екологічний збиток.

10.5 Захист будинків і споруд від руйнування

Основною причиною можливого руйнування **будівель і споруд на виробництві є внутрішні аварійні вибухи.**

Забезпечення вибухозахисту будинків при внутрішніх аварійних вибухах може здійснюватися по двох напрямках:

- зниженням надлишкового тиску, що виникає при внутрішньому аварійному вибуху;
- підвищенням міцності й стійкості конструкції до дії аварійних (вибухових) навантажень. Підвищення міцності й стійкості конструкцій пов'язано з великими витратами. Тому підвищення характеристик міцності проводять, якщо:

– окремі особливо важливі будинки і спорудження значно слабші за інші і їхню міцність доцільно довести до прийнятої для даного підприємства межі стійкості;

– необхідно зберегти деякі важливі ділянки (цехи), які можуть самостійно функціонувати при виході з ладу інших і забезпечать випуск особливо цінної продукції.

Поєднання обох указаних напрямів є необхідною умовою розробки оптимальних рішень по забезпеченню вибухостійкості будинків при внутрішніх аварійних вибухах.

Для зниження надлишкового тиску, що виникає при внутрішніх аварійних вибухах, використовуються легкоскидані конструкції (ЛСК).

Легкоскидані конструкції – спеціальні зовнішні захищаючі конструкції будівель, споруд (або їх частини), призначені для зменшення тиску при вибуху з метою забезпечення безпеки людей, збереження конструкцій і обладнання.

Як ЛСК використовується скло глухого скління приміщень і стулок віконних рам, що відкриваються всередину (ЛСК, що руйнуються), стулки віконних рам, що відкриваються назовні, двері та ворота (ЛСК, що обертаються), а також легкоскидані стінові панелі й полегшені плити перекриттів приміщень (ЛСК, що зміщуються). Стінові панелі можуть бути запроектовані як ЛСК, що обертаються.

ЛСК, що обертається – конструкція, в якій при дії надмірного тиску вибуху одна вісь (горизонтальна або вертикальна) залишається нерухомою, а інші точки площини конструкції при розкритті описують кола з центрами на нерухомій осі.

ЛСК, що руйнується – конструкція, в якій при дії надмірного тиску вибуху відбувається макроскопічне порушення суцільності матеріалу, з якого вона складається.

ЛСК, що зміщується – конструкція, в якій при дії надмірного тиску вибуху руйнуються елементи, за допомогою яких конструкція утримується в огорожі приміщення.

ЛСК встановлюються в приміщеннях будинків або протипожежних відсіків категорій А і Б.

За допомогою ЛСК надлишковий тиск у приміщенні при аварійному вибуху знижується до допустимої величини ($P_{дон}$).

При проектуванні будинків вибухонебезпечних виробництв надлишковий тиск приймають, зазвичай, від 3 до 5 кПа. Нижнє значення надлишкового тиску відповідає будинкам, конструкції яких не розраховані на дію аварійного вибуху.

При зменшенні $P_{дон}$ площа ЛСК збільшується.

Для зниження надлишкового тиску, що виникає при аварійних вибухах, до величини, що допускається, в першу чергу слід використовувати скління стін приміщень і ліхтарів. При цьому як ЛСК може використовуватися скло глухого скління і стулок віконних рам, що відкриваються всередину, а також

стулки віконних рам, що відкриваються назовні (краще з вертикальним шарніром).

Використання зміщуваних ЛСК у вигляді легкоскиданих стінних панелей слід передбачати в тих випадках, коли це не несе небезпеки для людей, що перебувають поблизу будинку, в якому встановлюються ЛСК.

Якщо необхідна площа прорізів, що перекриваються ЛСК, не може бути розміщена в стінах будівлі та ліхтарях, їх слід розташовувати в покритті вибухонебезпечного приміщення; при цьому легкоскидані покриття можуть бути досить ефективними лише при порівняно великому значенні надлишкового тиску вибуху.

Несучі та огорожувальні конструкції будинків, які піддаються дії надлишкового тиску $P_{дон}$ при внутрішньому аварійному вибуху, мають бути розраховані з врахуванням цього тиску.

У будинках і приміщеннях вибухонебезпечних виробництв має бути, зазвичай, унеможливлено руйнування основних несучих і огорожувальних конструкцій при розрахунковій величині вибухових навантажень. Допускаються пошкодження конструкцій випадкового характеру, що не впливають на їх міцність, стійкість, експлуатаційні характеристики і вимагають незначних матеріальних витрат на ліквідацію цих пошкоджень.

ЛЕКЦІЯ 11

ПОБЛОЧНІ МОДЕЛІ ВИНИКНЕННЯ І РОЗВИТКУ АВАРІЙ. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ І ПОСЛІДОВНІСТЬ АВАРІЙНОГО ВИМКНЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ БЛОКІВ

Питання для розгляду на лекції:

11.1 Загальні відомості про ПЛАС.

11.2 Аналіз небезпеки підприємства (об'єкта).

11.3 Вимоги до складання оперативної частини плас для аварій на рівнях «А» і «Б».

11.4 Вимоги до складання оперативної частини плас для аварій на рівні «В».

11.1 Загальні відомості про ПЛАС

Як вже було зазначено раніше локалізація і ліквідація аварійних ситуацій здійснюється відповідно до ПЛАС

Метою ПЛАС є планування дій (взаємодії) персоналу підприємства, спецпідрозділів, населення, центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування щодо локалізації і ліквідації аварій та пом'якшення їх наслідків.

Перелік виробництв (цехів, відділень, виробничих ділянок) і окремих об'єктів, для яких розроблюється ПЛАС, визначається і затверджується власником (керівником) підприємства за узгодженням із територіальними управліннями Держгірпромнагляду, Держтехногенбезпеки й з територіальними органами МНС України.

Аварії в залежності від їх масштабу можуть бути трьох рівнів: А, Б і В.

На рівні «А» аварія характеризується розвитком аварії в межах одного виробництва (цеху, відділення, виробничої ділянки), яке є структурним підрозділом підприємства.

На рівні «Б» аварія характеризується переходом за межі структурного підрозділу і розвитком її в межах підприємства.

На рівні «В» аварія характеризується розвитком і переходом за межі території підприємства, можливістю впливу уражальних чинників аварії на населення розташованих поблизу населених районів та інші підприємства (об'єкти), а також на довкілля.

ПЛАС повинен охоплювати всі рівні розвитку аварії, які встановлені в процесі аналізу небезпек.

Дозволяється не включати в оперативну частину ПЛАС дії персоналу під час аварійних ситуацій, які регламентуються проектно-технологічною документацією (технологічний регламент, інструкція з експлуатації, інші). У такому випадку в ПЛАС повинні бути посилання на документи, в яких ці дії регламентовані.

ПЛАС розробляється з урахуванням усіх станів підприємства (об'єкта): пуск, робота, зупинка і ремонт.

ПЛАС повинен бути узгоджений з територіальними управліннями Держгірпромнагляду та Держтехногенбезпеки, з територіальними органами МНС, територіальними установами державної санепідслужби та, при потребі, з органами місцевого самоврядування.

Відмова в узгодженні має бути мотивованою і надаватись у письмовому вигляді.

ПЛАС затверджується власником (керівником) підприємства.

Оперативна частина ПЛАС для аварій рівня «В» затверджується органами місцевого самоврядування.

Обов'язки щодо розробки і впровадження ПЛАС та відповідальність за його якість покладаються на власника (керівника) підприємства (об'єкта).

Розробка ПЛАС може виконуватися власником самостійно або із залученням спеціалізованих організацій, за умови, що вони мають дозвіл на виконання такої роботи, отриманий в установленому порядку.

Територіальні управління Держгірпромнагляду й територіальні органи МНС контролюють розробку та впровадження ПЛАС на підприємстві (об'єкті).

ПЛАС ґрунтується:

- на прогнозуванні сценаріїв виникнення аварій;
- на поетапному аналізі сценаріїв розвитку аварій і масштабів їх наслідків;
- на оцінці достатності існуючих заходів, які перешкоджають виникненню і розвитку аварії, а також технічних засобів локалізації аварій;
- на аналізі дій виробничого персоналу та спеціальних підрозділів щодо локалізації аварійних ситуацій (аварій) на відповідних стадіях їх розвитку.

При розробці ПЛАС потрібно враховувати реальні можливості і ресурси підприємства, накопичений персоналом підприємства і спецпідрозділів досвід дій під час аварійних ситуацій та аварій, для забезпечення уяви щодо потрібних додаткових навичок та ресурсів.

Посадові особи, на яких цим Положенням та іншими діючими нормативно-правовими актами покладаються обов'язки щодо розробки та впровадження ПЛАС, несуть відповідальність згідно з чинним законодавством України.

ПЛАС повинен містити:

- титульний лист;
- аналітичну частину, в якій міститься аналіз небезпек, можливих аварій та їхніх наслідків;
- оперативну частину, яка регламентує порядок взаємодії та дій персоналу, спецпідрозділів і населення (при потребі) в умовах аварії. Зміст оперативної частини змінюється залежно від рівня аварії, на який вона поширюється;
- додатки, які складаються з документів.

Для забезпечення ефективної боротьби з аварією на всіх рівнях її розвитку наказом створюється штаб, функціями якого є:

- збір і реєстрація інформації про хід розвитку аварії та вжиті заходи щодо боротьби з нею;
- поточна оцінка інформації і прийняття рішень щодо оперативних дій в зоні аварії та поза її межами;
- координація дій персоналу підприємства і всіх залучених підрозділів і служб, які беруть участь у ліквідації аварії.

Загальне керівництво роботою штабу здійснює відповідальний керівник робіт щодо локалізації та ліквідації аварій (далі – ВК).

В ПЛАС повинно бути визначене місце розташування штабу, в т.ч. резервне.

В ПЛАС повинні бути визначені посадові особи, які виконують функції ВК.

До ПЛАС мають бути додані

- копії наказу по підприємству (об'єкту) про призначення посадової особи (осіб), які виконують функції ВК при аваріях на рівнях «А» і «Б», та
- рішення органів місцевого самоврядування про призначення посадової особи (осіб), які виконують функції ВК при аваріях на рівні «В».

ПЛАС має бути пронумерований, зброшурований, затверджений і узгоджений відповідними організаціями, а також скріплений печатками підприємств і організацій, які узгодили його.

ПЛАС у повному обсязі повинен знаходитись:

- у керівника й диспетчера підприємства (об'єкта),
- в територіальному управлінні Держгірпромнагляду.
- у територіальному органі ДСНС України.

Витяги з ПЛАС у обсязі, який є достатнім для якісного виконання відповідних дій, мають знаходитись

- у керівників (начальників) виробництв (цехів, відділень, виробничих дільниць),
- на пункті зв'язку районної (об'єктової) пожежної частини,
- начальника (інструктора) воєнізованої газорятувальної служби,
- а також на робочих місцях.

Терміни приведення у відповідність із цим Положенням тих виробництв, які проектується, реконструюються, розпочаті будівництвом і діють, визначаються власником (керівником) підприємства за узгодженням з територіальним управлінням Держгірпромнагляду й територіальним органом ДСНС України.

ПЛАС належить переглядати через кожні 5 років.

Позачерговий перегляд ПЛАС здійснюється

- за розпорядженням (приписом) органів Держгірпромнагляду, а також
- при змінах у технології, апаратурному оформленні, метрологічному забезпеченні технологічних процесів,
- змінах в організації виробництва,

– за наявності даних про аварії на аналогічних підприємствах (об'єктах).

У таких випадках, у залежності від конкретних обставин, ПЛАС переглядається повністю або до нього вносяться зміни і доповнення. В останньому випадку узгодженню і затвердженню підлягають тільки ці зміни і доповнення.

Терміни позачергового перегляду узгоджуються з територіальним управлінням Держгірпромнагляду.

ПЛАС має переглядатися і коректуватися з урахуванням змін житлового будівництва й розвитку в даному районі, вдосконалення дій під час аварій і досвіду, накопиченого під час тренувань та перевірок.

Після аварії слід переглядати, а при потребі вносити зміни в ПЛАС на основі одержаного досвіду.

З метою наступної оцінки і коректування ПЛАС, накопичення та вивчення досвіду, потрібно проводити аналіз дій і рішень, які були прийняті під час аварії.

11.2 Аналіз безпеки підприємства (об'єкта)

Аналіз безпеки підприємства (об'єкта) проводиться на основі докладного розгляду його стану згідно з вимогами цього Положення, міжгалузевої і галузевої нормативної документації, рекомендацій довідкової і науково-технічної літератури, а також з урахуванням аварій і аварійних ситуацій, що відбувалися на ньому та аналогічних підприємствах (об'єктах).

Під час аналізу безпеки підприємства (об'єкта) потрібно визначити всі можливі аварійні ситуації і аварії, в тому числі й малоймовірні, з катастрофічними наслідками, які можуть виникати на підприємстві, розглянути сценарії їхнього розвитку і оцінити наслідки.

Виявлення можливостей і умов виникнення аварій має виконуватись на основі аналізу особливостей роботи як окремого обладнання (апаратів, машин тощо), так і їх групи (технологічних блоків), а також з урахуванням небезпечних властивостей речовин і матеріалів, що використовуються у виробництві.

Виявлення можливих аварій потрібно проводити в такій послідовності.

Визначити наявність на підприємстві небезпечних речовин, небезпечних режимів роботи обладнання і об'єктів.

До небезпечних речовин належать:

- вибухопожежебезпечні речовини;
- шкідливі речовини.

Небезпечні режими характеризуються такими технологічними параметрами, як тиск, вакуум, температура, напруга, склад технологічного середовища тощо.

Виявити потенційні види безпеки для кожної одиниці обладнання (апарата, машини) і процесу, що проходить у ньому.

До видів безпеки, що розглядаються, належать:

- пожежа;

- вибух (усередині обладнання, будівлях або навколишньому середовищі);
- розрив або зруйнування обладнання;
- викид шкідливих речовин;
- сполучення перелічених видів небезпеки.

Для виявлених потенційно небезпечних об'єктів потрібно прогнозувати сценарії виникнення і розвитку можливих аварій, що призводять до реалізації потенційних небезпек. Сценарій має починатися з події (стадії), що утворює безпосередню загрозу виходу технологічного процесу з-під контролю й виникнення аварії.

При цьому слід враховувати параметри стану речовин (температура, тиск, агрегатний стан тощо) і стан обладнання, які відповідають як нормальному технологічному режиму, так і режимам, які можливі при настанні й розвитку аварії.

На кожній стадії розвитку аварії потрібно:

- оцінити кількість небезпечних речовин, яка може взяти участь в аварії, що прогнозується;
- встановити уражальні чинники, які притаманні виду небезпеки, який реалізується під час аварії;
- оцінити наслідки впливу уражальних чинників аварії на сусідні об'єкти й людей з урахуванням властивостей цих об'єктів і їхнє взаєморозташування: визначаються масштаби зон руйнування, ураження людей і зараження місцевості;
- визначити безпечні зони й місця можливих сховищ, шляхи евакуації, що не потрапляють під вплив уражальних чинників аварії.

За результатами аналізу виникнення й розвитку аварій та оцінки їх наслідків потрібно встановити можливість переходу аварії на рівні «Б» і «В».

Для кожної стадії сценарію розвитку аварії надається код. Оцінка наслідків аварії і її окремих стадій виконується за допомогою методик, які наводяться у нормативно-технічній документації і довідковій літературі.

Аналіз небезпеки надається у вигляді звіту або пояснювальної записки, який повинен містити:

- використану вихідну інформацію або посилання на документи, в яких вона міститься;
- опис використаних методів аналізу й методик оцінки або відповідні посилання на них;
- результати розрахунків і оцінок.

Результати аналізу надаються:

- для устаткування (апаратів, машин тощо) – у вигляді картки небезпеки, вимоги до якої приведені в додатку 4;
- для технологічного блоку (стадії технологічного процесу) – у вигляді стислої характеристики небезпеки блоку;
- для підприємства – у вигляді плану підприємства;
- для регіону – у вигляді ситуаційного плану.

Результати виконаного аналізу мають пройти незалежну експертизу.

11.3 Вимоги до складання оперативної частини плас для аварій на рівнях «А» і «Б»

Оперативна частина ПЛАС розроблюється для керівництва діями персоналу підприємства, добровільних і спеціалізованих підрозділів з метою запобігання аварійним ситуаціям і аваріям на відповідних стадіях їхнього розвитку або локалізації їх з метою зведення до мінімуму наслідків аварії для людей, матеріальних цінностей і довкілля, запобігання її розповсюдженню на інші виробництва (цехи, відділення, виробничі дільниці) підприємства й за його межі, рятування і виведення людей із зони ураження і потенційно небезпечних зон.

При розробці оперативної частини потрібно:

- забезпечити узгодженість дій персоналу підприємства й спецпідрозділів;
- запровадити перелік посадових осіб, відповідальних за виконання конкретних дій;
- запровадити порядок здійснення зв'язку зі спецпідрозділами, органами державного нагляду й органами місцевого самоврядування;
- викласти дії персоналу підприємства й спецпідрозділів щодо локалізації і ліквідації аварій на відповідних стадіях їхнього розвитку. В тих випадках, коли у спецпідрозділах є свої плани дій, може бути замість опису дано посилання на ці плани;
- надати розпізнавальні ознаки рівнів аварії і їх значення, за якими керівництво роботами щодо локалізації і ліквідації аварії переходить на рівні «Б» і «В».

Оперативна частина ПЛАС для аварій на рівні «А» повинна містити:

- блок-схему виробництва (цеху, відділення, виробничої дільниці);
- план виробництва (цеху, відділення, виробничої дільниці);
- блок-карти об'єктів (цехів, відділення, виробничих дільниць), які входять до складу виробництва;
- опис дій персоналу;
- список і схему оповіщення посадових осіб, які мають бути терміново сповіщені про аварійну ситуацію (аварію);
- список робітників, що залучаються до локалізації аварії, осіб, що дублюють їхні дії за відсутності перших з будь-яких причин, із зазначенням місць їх постійної роботи, проживання й телефонів;
- перелік інструментів, матеріалів, засобів індивідуального захисту, які мають бути використані при локалізації аварії, із зазначенням місць їх зберігання (аварійних шаф);
- обов'язки відповідального керівника робіт, виконавців і інших посадових осіб щодо локалізації аварії;
- інструкцію щодо аварійної зупинки виробництва (цеху, відділення,

виробничої дільниці).

У блок-схемі виробництва (цеху, відділення, виробничої дільниці) визначаються його складові частини без деталізації їх.

На блок-схемі визначаються прямі та зворотні міжцехові потоки, їх характеристики й параметри, відповідна, в т.ч. і гранична для виробництва (цеху, відділення, виробничої дільниці) відсічна арматура, які мають безпосереднє значення для локалізації (ліквідації) аварії.

Кожний елемент блок-схеми повинен мати буквене або цифрове позначення, яке відповідає номеру позиції або умовному позначенню, нанесене на місці та/або визначене технологічним регламентом.

На плані виробництва (цеху, відділення, виробничої дільниці) має бути вказано місце розташування:

- основного технологічного обладнання і комунікацій;
- відсічної запірної арматури, яка має безпосереднє відношення до локалізації (ліквідації) аварії;
- засобів протиаварійного захисту, зв'язку і оповіщення;
- евакуаційних виходів і маршрутів евакуації;
- шляхів під'їзду, ділянок для встановлення і маневрування спецтехніки;
- сховищ і місць укриття.

На плані можуть бути додатково нанесені місця найбільш імовірного виникнення аварійних ситуацій, розміри й межі потенційно небезпечних зон та інші характеристики потенційно можливих аварій.

Додатково можуть зазначатися кількісні показники, які характеризують потенційну небезпеку блоків, показники тяжкості наслідків можливих аварій, основні дестабілізуючі фактори і критичні значення параметрів процесу.

Блок-карту належить складати для кожного об'єкта, який входить до складу виробництва (цеху, відділення, виробничої дільниці), що розглядається.

Блок-карта повинна містити:

- принципову технологічну схему об'єкта;
- план розташування устаткування об'єкта;
- стислу характеристику безпеки технологічних блоків, що входять до складу об'єкта.

Кожний елемент блок-карти повинен мати буквене або цифрове позначення, що відповідає номеру позиції або умовному позначенню, що нанесене на місці та/або визначене технологічним регламентом.

На принциповій технологічній схемі та на плані розташування устаткування повинні бути визначені межі технологічних блоків.

Межами технологічних блоків можуть бути, зазвичай, автоматичні відсікачі, запірні арматура з дистанційним керуванням, ручна запірні арматура (за умови можливості практичного користування в аварійній ситуації), яка встановлена на трубопроводах або устаткуванні як по прямому, так і по зворотному потоку матеріального середовища.

У разі обігу в технологічній системі пілостворювальних дисперсних продуктів межами блоку можуть бути шнекові живильники, секторні затвори та

інші пристрої, які забезпечують щільність (герметичність) системи при підвищеному тиску в умовах внутрішнього вибуху.

На принциповій технологічній схемі потрібно відобразити технологічні параметри й основні технічні характеристики устаткування, прямі та зворотні технологічні потоки (із зазначенням їх умовного перетину, продуктивності й параметрів), регулювальну й запірну арматуру (умовне позначення, тип виконання, швидкість дії), прилади, засоби й системи контролю і регулювання, системи протиаварійного захисту (із зазначенням їх основних характеристик), які мають безпосереднє відношення до локалізації (ліквідації) аварії.

Забороняється перевантажувати схему елементами, що не мають прямого відношення до ліквідації аварійної ситуації (аварії).

На плані розташування обладнання зазначаються місця розміщення устаткування об'єкта із зазначенням технологічних потоків, відсічної запірної арматури, систем протиаварійного призначення, пультів (пристроїв) управління, автоматичних сповіщувачів і засобів зв'язку, які мають безпосереднє відношення до локалізації (ліквідації) аварії. У разі потреби план складається для кожної відмітки.

У стислій характеристиці небезпеки технологічного блоку має бути зазначено:

- основні небезпеки блоку і їх характеристики (наприклад, кількість шкідливих речовин, енергетичний потенціал вибухонебезпеки тощо.);
- можливі аварії і зони ураження;
- інші потрібні відомості.

Розділ «Опис дій персоналу» належить оформляти у вигляді таблиці, яка містить три графи:

– графа 1 «Найменування і код аварії (стадії)». У цій графі зазначаються найменування стадії розвитку аварії за прийнятими сценаріями із зазначенням коду й місця;

– графа 2 «Розпізнавальні ознаки». У цій графі зазначаються розпізнавальні ознаки із зазначенням засобів контролю, їх позицій і показань, а також зовнішніх ефектів і інших критеріїв, за якими може бути ідентифікована та чи інша стадія розвитку аварії;

– графа 3 «Перелік виконавців, порядок їх дій».

Порядок дій виконавців має передбачати:

– виявлення й оцінку аварії або загрози її виникнення за розпізнавальними ознаками;

– оповіщення персоналу виробництва (цеху, відділення, виробничої дільниці) й диспетчера підприємства (об'єкта) про аварію або загрозу її виникнення;

– включення протиаварійних систем;

– відключення пошкодженої дільниці, повну або часткову зупинку виробництва (цеху, відділення, виробничої дільниці);

– виведення з небезпечної зони персоналу, із зазначенням порядку забезпечення його засобами індивідуального захисту;

– інші заходи, що запобігають розвитку аварії, з урахуванням специфіки виробництва.

Описуючи дії персоналу, належить особливо підкреслити ті з них, які не допускають зволікань і потребують негайного виконання.

Описуючи дії спецпідрозділів, належить зазначити орієнтовний час їх прибуття і розгортання.

В інструкції щодо аварійної зупинки виробництва (підприємства), яка є складовою оперативної частини ПЛАС, для кожної аварії повинні бути визначені послідовність уведення в дію систем протиаварійного захисту, відключення апаратів і механізмів, відключення електроенергії та інших енергоносіїв, режим роботи вентиляції і систем очищення повітря, порядок використання засобів рятування людей і ліквідації аварії.

При цьому має бути врахований вплив виконуваних переключень і відключень на роботу систем протиаварійного захисту, життєзабезпечення та інших систем, які є суттєвими під час ліквідації аварії.

Оперативна частина ПЛАС для аварій на рівні «Б» включає в себе додатково до перелічених у п. 6.3 такі документи:

- блок-схему підприємства;
- план підприємства.

У блок-схемі підприємства потрібно позначити виробництва без поділу їх на окремі цехи, відділення або виробничі дільниці (за аналогією з блок-схемою виробництва), прямі та зворотні міжвиробничі потоки, їх характеристики й параметри, міжвиробничу й граничну для підприємства відсічну арматуру, її тип і основні технічні характеристики (умовне позначення, тип виконання, швидкодія), які мають безпосереднє відношення до локалізації (ліквідації) аварії.

Кожний елемент блок-схеми повинен мати букве або цифрове позначення, що відповідає номеру позиції або умовному позначенню, що нанесені на місці та/або прийняті технологічним регламентом.

На плані підприємства потрібно визначити:

- місця розташування виробництв;
- місця скупчення небезпечних продуктів із зазначенням найменування й маси продукту;
- прямі та зворотні міжвиробничі потоки, їхні характеристики й параметри;
- міжвиробнича відсічна арматура, її тип і основні технічні характеристики;
- засоби протиаварійного захисту;
- засоби зв'язку й оповіщення;
- евакуаційні виходи і маршрути евакуації;
- сховища й місця укриття;
- шляхи під'їзду, місця встановлення й маневрування спецтехніки;
- місця найбільш імовірного виникнення аварійних ситуацій (аварій);
- зони можливого ураження обслуговуючого персоналу підприємства з

урахуванням розповсюдження вибухових і ударних хвиль, напрямку руху вибухонебезпечних і токсичних хмар.

Як план підприємства, може бути використаний генплан із необхідними додатками.

11.4 Вимоги до складання оперативної частини плану для аварій на рівні «В»

Оперативна частина розроблюється для керівництва діями відповідних служб і підрозділів із метою запобігання розвитку аварії і розповсюдженню її на інші підприємства (об'єкти), рятуванню та виведенню людей із зони ураження й потенційно небезпечних зон.

При розробці оперативної частини слід визначити всіх учасників протиаварійних дій. Крім того, потрібно реально визначити їхні функції, ресурси, обов'язки й ступінь участі. До складу учасників протиаварійних дій повинні входити:

- органи Держгірпромнагляду й Держтехногенбезпеки;
- спеціальні формування: районна (об'єктова) пожежна частина, воєнізована газорятувальна служба та інші;
- міліція, медична (у т.ч. лікарні), транспортна служби та служба соціального забезпечення;
- органи з керівництва аварією та/або територіальні органи МНС;
- комунальні служби району (міста);
- керівництво підприємства;
- органи масової інформації і зв'язку;
- органи охорони здоров'я і навколишнього середовища.

При розробці оперативної частини потрібно:

- передбачити процедуру залучення населення до робіт щодо локалізації і ліквідації аварії;
- передбачити узгоджені дії виробничого персоналу, усіх залучених підрозділів і служб, а також населення;
- забезпечити спільні дії персоналу розташованих поруч підприємств (об'єктів) і органів місцевого самоврядування сусідніх районів.

Оперативна частина повинна містити:

- титульний лист;
- ситуаційний план із додатками;
- обов'язки ВК, виконавців і інших посадових осіб щодо локалізації аварії.

Ситуаційний план розроблюється для здійснення керівництва й координації дій персоналу підприємства (об'єкта), спецпідрозділів, формувань МНС, інших організацій, що залучаються для локалізації аварії, організації великомасштабних рятувальних робіт і евакуації людей з небезпечних зон.

На ситуаційному плані позначаються промислова площадка підприємства (об'єкта) на місцевості, а також житлові райони, населені пункти, інші

підприємства й організації, що розташовані поруч із ним і на які може поширюватися дія уражальних чинників аварії. Розмір території, яка охоплюється ситуаційним планом, визначається масштабом зон ураження (зараження).

На ситуаційний план наносяться:

- зони можливого ураження за різними сценаріями розвитку аварій;
- чисельність людей у цих зонах і час досягнення їх уражальними чинниками аварії з урахуванням швидкості й напрямку вітру, погодних умов, рельєфу місцевості;
- можливі шляхи евакуації населення і безпечні зони, сховища, укриття;
- місця розташування засобів протиаварійного захисту, джерел аварійного енерго- і водопостачання, а також наявності і місцезнаходження запасів засобів пожежегасіння: води, піноутворювача, вогненосного порошку, засобів захисту органів дихання;
- місця розташування аварійно-рятувальних підрозділів, пожежних частин і т.і., можливі місця їх розгортання і маневрування;
- місця скупчення небезпечних продуктів поза територією підприємства із зазначенням найменування й маси продукту.

До ситуаційного плану додаються:

- план підприємства (об'єкта);
- схема зв'язку, порядок оповіщення і взаємодії органів керівництва комісії з надзвичайних ситуацій з організаціями й формуваннями МНС, що залучаються при цьому, як у даному, так і в сусідніх регіонах (у разі потреби);
- відомості щодо наявності частин МНС, радіаційного й хімічного захисту, пожежних і газорятувальних частин, медичних служб, їх чисельності, оснащеності, часу розгортання;
- відомості щодо невоєнізованих формувань підприємства (об'єкта);
- відомості щодо наявності засобів гасіння пожежі й нейтралізації викидів на підприємстві (об'єкті) і в спецслужбах;
- заходи щодо евакуації і рятування людей із зазначенням переліку, місця розташування і порядку залучення захисних споруд, медичних служб і засобів, технічних і транспортних засобів, засобів індивідуального захисту людей, в т.ч. із зазначенням кількості технічних і інших засобів, які потрібні для цього;
- склад штабу (оперативної групи для ліквідації аварії) і порядок оповіщення його членів;
- порядок оповіщення робітників підприємства (об'єкта) і населення, що мешкає поблизу підприємства (об'єкта), про аварію;
- порядок постійної інформації щодо ходу розвитку аварії, ходу робіт із її локалізації (ліквідації), щодо належної поведінки й заходів безпеки на даний момент;
- порядок організації розвідки пожежі;

- порядок організації розвідки й спостереження осередку хімічного ураження, зони можливого зараження шкідливими речовинами;
- організація медичного забезпечення, життєзабезпечення евакуйованих у місцях їх збору;
- порядок проведення заходів щодо зниження запасу шкідливих речовин і безаварійної зупинки виробництва;
- порядок взаємодій між спецпідрозділами і залученими організаціями.

ЛЕКЦІЯ 12

МЕТОДИ І ПОСЛІДОВНІСТЬ ЛОКАЛІЗАЦІЇ АВАРІЙ ПРИ РІЗНИХ СХЕМАХ ЇХ РОЗВИТКУ

Питання для розгляду на лекції:

12.1 Способи і технології локалізації аварій на комунально-енергетичних мережах.

12.2 Локалізація аварій на електромережах.

12.1 Способи і технології локалізації аварій на комунально-енергетичних мережах

Локалізація аварій на комунально-енергетичних мережах проводиться з метою зниження загрози виникнення вторинних вражаючих чинників, локалізації або зниження до максимально можливого рівня виниклих вторинних вражаючих чинників, створення мінімально необхідних умов для успішного виконання рятувальних робіт.

Основними способами локалізації аварій на комунально-енергетичних мережах є:

- улаштування захисних гребель (насипів) для обмеження і запобігання затопленню підвальних і заглиблених приміщень і знижених ділянок території;
- споруда перепускних каналів для відведення рідин, що розлилися, від ділянки (об'єктів) ведення робіт;
- перекриття замочно-регулюючої апаратури на пошкоджених ділянках комунальних мереж;
- установка заглушок на пошкоджених трубопроводах;
- установка накладок (пластирів) на пошкоджені трубопроводи для припинення витікання рідин або виходу газу;
- установка тимчасових (гнучких) вставок замість пошкоджених ділянок трубопроводів;
- підкарбовування фланцевих і розтрубних з'єднань для припинення течії з трубопроводів;
- відключення пошкоджених (аварійних) ділянок мережі електропостачання;
- заземлення обірваних проводів електропостачання;
- відновлення пошкоджених ділянок ліній електропостачання по тимчасових схемах.

Локалізації аварій, супроводжуваних розливом рідин, шляхом пристрою захисних гребель (насипів) і перепускних каналів застосовується при виникненні безпосередньої загрози затоплення ділянки (об'єкту) рятувальних робіт і можливості в короткі терміни відключити пошкоджену ділянку комунальної мережі.

Роботи можуть виконуватися уручну і із застосуванням засобів механізації. Для вирішення завдань призначаються дорожні і

інженерно-технічні підрозділи. При застосуванні засобів механізації – виділяються 1–2 бульдозери (виходячи з об'єму робіт), екскаватор і самоскиди (при необхідності).

При отриманні завдання на зведення греблі або перепускної канави командир призначеного підрозділу зобов'язаний:

- уточнити місце закінчення рідини, інтенсивність і напрям стоку, площу можливого затоплення;
- місце (рубіж) зведення і розміри греблі, напрям і розміри перепускної канави;
- місце огорожі ґрунту або уламків конструкцій для зведення греблі;
- визначити найбільш доцільну технологію робіт;
- провести розмітку греблі (канави);
- організувати огорожу місця робіт;
- поставити завдання особовому складу.

Розміри греблі (канави) і спосіб зведення визначаються з урахуванням інтенсивності стоку, кількості рідини, що розлилася, і характеру місцевості.

При зведенні греблі уручну паралельно виконуються наступні основні технологічні операції:

- розмітка (трасування) конфігурації греблі;
- розробка ґрунту і завантаження його в засоби доставки;
- переміщення ґрунту до місця зведення греблі;
- вивантаження ґрунту;
- розрівнювання і трамбівка ґрунту;
- контроль якості виконаної роботи.

Зведення захисної греблі (насипи) із застосуванням засобів механізації застосовується при великому об'ємі стоків і розливі їх на широкому фронті.

Технологія улаштування захисної греблі (насипи) засобами механізації робіт включає наступні операції:

- організацію освітлення ділянки робіт (у темний час доби);
- огорожа місця роботи;
- трасування (розмітку) конфігурації греблі на місцевості;
- розстановку техніки для виробництва робіт і підготовку її до роботи;
- розробку і переміщення ґрунту (уламків будівельних конструкцій) на місце зведення греблі (насипи) за допомогою бульдозера;
- трамбівку (ущільнення ґрунту), формування греблі (насипи);
- спостереження за станом греблі (насипи), додаткове зміцнення (насищення, ущільнення) на ділянках можливого прориву.

Перепускні канали відриваються в цілях відведення тих, що розлилися – рідин від об'єктів рятувальних робіт. Кількість каналів, їх розміри визначаються з урахуванням об'ємів стоку.

Технологія улаштування перепускної канави включає наступні операції:

- організацію освітлення місця робіт (у темний час доби);
- огороження місця робіт;
- трасування (розмітку) осі канави (каналів);

- розстановку техніки і особового складу по місцях робіт, підготовку їх до роботи;

- спущення і викидання ґрунту на брівку канами;
- зачистку дна і стінок канами;
- зірвавши перегородки і пропуск рідини в канаву;
- спостереження за стоком рідини і регулювання стоку через канаву.

За відсутності можливості направити стік рідини в безпечне місце для її збору в кінці канами відривається приямок необхідних розмірів.

Перекриття замочно-регулюючої апаратури з метою припинення закінчення рідини з пошкоджених комунальних мереж застосовується при пошкодженні мереж водопостачання, централізованого тепlopостачання і каналізації.

Робота, по можливості, проводиться під керівництвом (з участю) фахівця відповідної комунальної служби.

Для виконання завдання призначається 3–4 фахівці з складу інженерно-технічного підрозділу.

Командир підрозділу при отриманні завдання на виконання вказаної роботи зобов'язаний:

- провести рекогносцировку місця роботи і визначити місце розміщення і тип замочно-регулюючої апаратури;
- при розташуванні її в колодязі перевірити відсутність загазованості колодязя і надійність спуску в нього;
- перевірити справність спорядження і засобів індивідуального захисту;
- уточнити завдання і провести інструктаж особового складу перед початком роботи;
- організувати взаємодію з фахівцями даної служби;
- контролювати страховку тих, що працюють і хід виконання завдання.

Технологія перекриття замочно-регулюючою апаратури (з урахуванням місця її розміщення) включає наступні операції:

- розчищення підходів до апаратури (розтин колодязя, розчищення технологічної системи від уламків конструкції).
- спуск в колодязь із застосуванням страховки і засобів і індивідуального захисту;
- перекриття замочно-регулюючої апаратури уручну або з використанням автоматики (при це наявності і збереженні);
- контроль повноти відключення пошкодженої ділянки;
- вихід з колодязя (зруйнованого або пошкодженого приміщення);

Локалізація витікання рідин способом установки заглушок застосовується при пошкодженні водопроводу і каналізаційних трубопроводів і неможливості припинити стік іншими способами.

Для виконання робіт призначається 4–5 осіб з складу інженерно-технічного підрозділу, оснащених інструментом для різання металу, дерева і шанцевим інструментом, засобами відкачування рідини (при необхідності).

Технологія установки заглушки на трубопровід включає наступні операції:

- визначення (уточнення) місця пошкодження трубопроводу;
- розчищення завалу в місці пошкодження трубопроводу;
- улаштування перепускної канави або відкачування рідини на місці виробництва робіт;
- розтин ґрунту (колодязя) в місці установки заглушки;
- обрізання трубопроводу (при необхідності) для зручності установки заглушки;
- вимір трубопроводу, підготовка заглушки;
- установка заглушки в трубопровід;
- зміцнення заглушки дерев'яним щитом і упором;
- контроль надійності і повноти локалізації стоку.

Заглушка виготовляється з дерева у вигляді пробки, діаметром, рівним перетину трубопроводу. Для повноти герметизації може використовуватися матерчата прокладка. Заглушка встановлюється проти струму рідини.

При пошкодженні трубопроводів більшого діаметру, локалізація здійснюється за допомогою мішків з піском, дерев'яного щита і упору.

При неможливості повністю перекрити стік рідини з трубопроводу за допомогою заглушки тимчасова локалізація стоку досягається засипкою колодязя або котловану піском або «забиванням» мокрою глиною.

Локалізація витікання рідини підкарбовуванням розтрубних і фланцевих з'єднань застосовується при течі з місць з'єднання трубопроводів всіх діаметрів.

Для виконання робіт призначається 2–3 фахівці інженерно-технічного підрозділу.

Підкарбовування здійснюється із застосуванням слюсарного інструменту і матеріалу для ущільнення з'єднань.

Технологія підкарбовування розтруба включає наступні операції:

- уточнення місця течі рідини;
- зачистку місця течі;
- підготовку ущільнювача;
- закладення розтруба ущільнювачем;
- підкарбовування ущільнювача уручну або за допомогою пневматичного інструменту;
- заливку розтруба азбоцементом або феросплавом;
- контроль повноти локалізації течі.

Технологія герметизації фланцевих з'єднань включає наступні операції:

- уточнення місця течі рідини;
- зачистку місця течі;
- підготовку прокладки-уплотнителя;
- установку ущільнювача і закладення його у фланець;
- підтяжку болтів фланцевого з'єднання;
- контроль повноти локалізації течі.

Як матеріал для закладення розтрубних з'єднань застосовуються просмолений або битумизированный ущільнювач і азбоцемент, при фланцевих з'єднаннях – гумові прокладки.

Припинення закінчення рідини з трубопроводів способом установки накладок (пластирів) застосовується при освіті на трубопроводах тріщин і свищів.

Для виробництва робіт призначається 2–3 фахівці інженерно-технічного підрозділу, оснащених слюсарним інструментом і матеріалом для виготовлення накладок (пластирів).

Технологія установки накладки (пластиру) на пошкоджене місце трубопроводу включає наступні основні операції:

- розчищення доступу до місця течі, уточнення місця течі і її інтенсивності;
- відключення пошкодженої ділянки трубопроводу (по можливості), зачистку поверхні трубопроводу в місці установки накладки (пластиру);
- підготовку і установку ущільнювача і накладки (пластиру), закріплення накладки (пластиру) за допомогою хомутів або зварки, контроль повноти припинення закінчення рідини.

Для виготовлення накладки (пластиру) застосовуються листове залізо або жерсть, сегментні відрізки труби, прокладка-уплотнитель виготовляється з гуми (брезенту).

При пошкодженні трубопроводів невеликого діаметру застосовується спеціальний пластир з полімерних матеріалів, що намотується на трубу і закріплюваний розігріванням відкритим полум'ям.

Спосіб установки тимчасової (гнучкою) вставки застосовується при пошкодженні невеликої ділянки труби, а також як обвідна лінія – при пошкодженні трубопроводу невеликого діаметру (до 200 мм) на значній ділянці або при складності доступу до місця пошкодження.

Для проведення робіт по установці гнучкої вставки призначаються 2–4 фахівці з складу інженерно-технічного підрозділу, оснащені установкою для газового різання металевих труб, слюсарним інструментом, засобами для виготовлення гнучкої вставки (гумові шланги, труби, пожежні рукави, кріпильні хомути).

При установці обвідної гнучкої вставки може застосовуватися частина комплекту польового магістрального трубопроводу.

Технологія установки гнучкої вставки замість невеликої ділянки трубопроводу включає наступні операції:

- уточнення місцеположення і розмірів пошкодженої ділянки трубопроводу;
- розтин пошкодженої ділянки трубопроводу (при необхідності);
- відключення трубопроводу шляхом перекриття замочно-регулюючої апаратури;
- вирізка пошкодженої ділянки трубопроводу;
- видалення пошкодженої ділянки вручну;
- підготовка гнучкої вставки;

- забезпечення стійкості і стерпної кінців трубопроводу, що обрізають, шляхом установки їх на козли, підставку або шляхом підвішування до щаблини, перекинутої через котлован;
- установку гнучкої вставки на кінці труби, що обрізає;
- закріплення гнучкої вставки на кінцях труби затягуванням хомутів або зваркою (при вставці з металу);
- включення трубопроводу;
- перевірку герметичності гнучкої вставки.

При установці гнучкої вставки в колодязі і наявності там трійників гнучка вставка закріплюється на вільних патрубках трійників.

Технологія установки гнучкої вставки в обхід ділянки трубопроводу включає наступні операції:

- уточнення меж пошкодженої ділянки трубопроводу;
- розтин трубопроводу в місцях установки гнучкої вставки (при неможливості закріпити гнучку вставку в колодязях на трійниках замочної апаратури);
- огорожа місць розтину трубопроводу;
- відключення трубопроводу шляхом перекриття замочно-регулюючої апаратури;
- відділення пошкодженої ділянки трубопроводу;
- зміцнення кінців трубопроводу, що обрізають, шляхом установки на козли або жорсткі опори;
- підготовка гнучкої вставки і прокладка її по місцевості на довжину пошкодженої ділянки;
- насадка гнучкої вставки на кінці трубопроводу, що обрізають;
- закріплення кінців гнучкої вставки на кінцях трубопроводу шляхом затягування хомутів;
- пристрій переходів через гнучку вставку і огорож в місцях її можливого пошкодження в ході ведення аварійно-рятувальних робіт;
- включення трубопроводу і перевірка герметичності гнучкої вставки.

12.2 Локалізація аварій на електромережах

1. Відключення окремих ділянок електромережі застосовується з метою виключити небезпеку поразки струмом рятувальників і постраждалих при проведенні аварійно-рятувальних робіт в зруйнованих будівлях і спорудах, а також на території, що оточує їх, де пошкоджені мережі низької напруги, що харчуються від високовольтної лінії, що збереглася.

Відключення проводиться шляхом перерізання проводів, виключення рубильників і масляних (повітрі) вимикачів.

Робота виконується 2–3 спеціалістами-електриками, що мають відповідну кваліфікаційну групу по техніці безпеки, з обов'язковим використанням діелектричних рукавичок, бот (калош) і інструменту з ізольованими ручками. В умовах дощової сирієї погоди повинні застосовуватися сухі гумові килимки або дерев'яні пастили.

Відключення шляхом перерізання проводів застосовується при необхідності знеструмлення окремого об'єкту (місця) проведення аварійно-рятувальних робіт.

Робота виконується в наступній послідовності:

- визначення місць перерізання проводів;
- проведення заходів техніки безпеки;
- почергове перерізання проводів;
- ізоляція перерізованих проводів;
- перевірка відсутності напруги на відключеній ділянці (місці) робіт за допомогою лампочки-індикатора.

Робота виконується одним спеціалістом-електриком, другою знаходиться в готовності до надання допомоги у виконанні роботи і страхує дії першого на випадок виникнення небезпечної ситуації.

Дроти перерізуються з двох сторін електролінії, кожен дріт окремо з негайною ізоляцією перерізованих кінців.

Відключення електромережі шляхом виключення рубильника проводиться при необхідності відключення електропостачання на великих ділянках ведення аварійно-рятувальних робіт.

Відключення проводиться в наступній послідовності:

- розчищення підходів до місця розташування рубильника, масляного (повітря) вимикача;
- виконання заходів щодо техніки безпеки;
- відключення рубильника (вимикача);
- перевірка відсутності напруги на відключеній ділянці з використанням лампочки-індикатора.

Виключення масляних (повітря) вимикачів здійснюється в аналогічному порядку.

Заземлення обірваних проводів ЛЕП проводиться з метою виключення поразки рятувальників і постраждалих електричним струмом і здійснюється за допомогою мідного витого дроту перетином не менше 25 мм² і металевого стрижня (лому).

Заземлення встановлюється по обидві сторони від місця обриву (на обох кінцях дроту).

Роботи виконуються 4–5 фахівцями-електриками з обов'язковим застосуванням діелектричних рукавичок і бот (калош), при цьому 2 людини страхують дії тих, що працюють, в готовності надати їм негайну допомогу при виникненні аварійної ситуації.

Робота включає наступні основні операції:

- уточнення місць обриву лінії і устаткування заземлень;
- підготовку місць пристрою заземлень і виконання заходів безпеки перед початком робіт;
- забивання металевих стрижнів (ломів) на глибину не менше 1 м;
- приєднання до забитих стрижнів (ломів) мідного витого дроту, завдовжки, достатньою для з'єднання з обірваними проводами (приєднання проводиться простій закручуванням з обмоткою ізолятором);

- кріплення на кінцях мідного витого дроту заземляючих наконечників;
- з'єднання заземлень (заземляючих наконечників) з обірваними проводами лінії електропередачі за допомогою ізольованої штанги.

При заземленні обірваних проводів на металевих опорах заземлення проводиться на опорі, для чого вона в місці з'єднання очищається від фарби і в цьому місці простій закручуванням приєднується заземлитель – мідний дріт. До його кінців кріпляться заземляючі наконечники, які потім накладаються на лінію електропередачі, що заземляється.

Тимчасове відновлення обірваних ліній електропередачі проводиться при необхідності забезпечити цілодобове безперервне ведення аварійно-рятувальних робіт, а також в цілях життєзабезпечення населення в зоні надзвичайних ситуацій.

Залежно від характеру пошкоджень лінії електропередачі її відновлення може включати наступні технологічні операції:

- при значних пошкодженнях лінії – установка тимчасових опор, з'єднання обірваних проводів; прокладка нових повітряних ліній; прокладка тимчасових кабельних ліній;
- при незначних пошкодженнях – з'єднання обірваних проводів, прокладка окремих ділянок повітряних ліній або кабелю.

Для установки тимчасових опор замість пошкоджених застосовуються одностовечні дерев'яні опори з траверсами і без них.

Опори встановлюються уручну (у вириті котловани) або із застосуванням механізмів – в пробурені котловани.

Для установки тимчасових опор уручну призначається підрозділ в кількості 7–8 осіб, оснащених шанцевим інструментом, канатами і лебідкою.

Технологія установки тимчасової опори уручну включає наступні основні операції:

- розмітку місця установки опори;
- підготовку опори (довжина опор 7–8 м);
- уривку котловану ступінчастого типу;
- установку кінця опори над котлованом на дві точки опори;
- кріплення підйомних канатів на опорі;
- установку ізоляторів на опорі;
- установку лебідки і допоміжної опори;
- поступове опускання опори в котлован і підйом її у вертикальне положення;
- вивіряння опори і засипку котловану з пошаровою трамбівкою ґрунту.

Для установки тимчасової опори за допомогою механізмів призначається підрозділ у складі 5–6 осіб, автокран і бурова установка.

Технологія установки опори за допомогою механізмів включає наступні операції:

- розмітку місця установки опори;
- підготовку опори (довжина 7–8 м);
- установку бурової установки і підготовку її до роботи;
- буріння котловану для установки опори;

- установку і підготовку автокрана до підйому опори;
- установку кінця опори над котлованом;
- кріплення ізоляторів для проводів;
- під'їм опори і установку її в котлован;
- вивіряння опори, засипку котловану з пошаровою трамбівкою ґрунту;
- навішування електропроводів і їх з'єднання з лінією (у разі обриву електролінії).

Відстань між опорами встановлюється таке ж, як і між стаціонарними пошкодженими опорами. Якщо висота тимчасових опор нижче стаціонарних, то відстань між опорами скорочується для зменшення провисання проводів. Неізольовані дроти повинні бути не нижче, ніж в 5 м від землі.

З'єднання обірваних проводів проводиться при тимчасовому відновленні окремих пошкоджених ділянок мережі електропостачання.

Основні способи з'єднання обірваних проводів повітря ЛЕП:

- однопроволочних проводів – накладенням бандажа з тонкого дроту;
- однопроволочних і багатожильних проводів – скручуванням з подальшим паянням місця з'єднання;
- за допомогою овального з'єднувача і обжимання;
- за допомогою овального з'єднувача і скручування;
- за допомогою петлевих затисків.

Технологія з'єднання обірваних проводів повітрі ЛЕП включає наступні операції:

- установку кінців проводів в затиски;
- обрізання кінців проводів;
- промивку, зачистку і мастило кінців проводів і з'єднувача технічним вазеліном;
- укладання кінців проводів в з'єднувач;
- кріплення кінців проводів в з'єднувачі (обтиск або скручування, стягування затискних болтів);
- підготовка підйомного пристосування (штанги);
- підйом проводів і установка їх на опори;
- кріплення проводів на монтажних роликах або траверсах.

Прокладка тимчасових кабельних ліній здійснюється по поверхні землі, по уцілілих конструкціях, а також в траншею.

Прокладка кабелю по поверхні землі проводиться в умовах, коли немає небезпеки його пошкодження транспортними засобами і необхідно відновити енергопостачання в можливо короткі терміни.

Прокладка по конструкціях, що збереглися, застосовується в умовах, коли неможлива прокладка траншеї, а також щоб уникнути перетину кабелів або їх контакту із струмопровідними конструкціями.

Для виконання робіт призначається інженерно-технічний підрозділ з необхідними транспортними засобами і інструментом (електродрилі, перфоратори, інструмент електрика, елементи кріплення кабелю, лебідки і тому подібне).

Технологія прокладки тимчасової кабельної лінії по конструкціях, що збереглися, включає наступні основні операції:

- проведення рекогностування, вибір траси прокладки кабелю, визначення потреби в силах і засобах;
- розкладка кабелю по вибраній трасі в обхід перешкод;
- установка огорож і попереджувальних знаків в місцях, де кабельна лінія проходить поряд або перетинає ділянки з інтенсивним рухом;
- установка кріплень і захисних прокладок на конструкціях;
- укладання кабелю на елементи кріплення;
- натягнення і кріплення кабелю до елементів кріплення.

Підключення кабелю до електромережі і перевірка електролінії проводяться тільки фахівцями інженерно-технічного підрозділу, при напрузі в мережі не вище 1 000 В.

Прокладка кабельної лінії в траншею застосовується при необхідності перетину ділянок з інтенсивним рухом, а також в умовах, коли експлуатація тимчасової кабельної лінії передбачається протягом відносного тривалого часу.

Для виконання роботи призначається інженерно-технічний підрозділ з необхідними транспортними засобами, машинами для уривки траншеї (екскаватор, траншеєкопатель), шанцевим інструментом, інструментом для виробництва електромонтажних робіт, лебідкою для натяжки кабелю.

Технологія прокладки кабельної лінії в траншею включає наступні основні операції:

- проведення рекогностування, уточнення і прокладки;
- уривка траншеї завглибшки не менше 0,8 м;
- зачистка траншеї і насипання подушки на дно траншеї (шар сухого піску або просіяної землі);
- розкочування кабелю уздовж лінії траншеї;
- укладання кабелю на дно траншеї;
- розкладка захисного покриття кабелю (цеглина або бетонні плити);
- засипка траншеї і трамбівка ґрунту;
- приєднання кабелю до електролінії;
- установка огорож і попереджувальних знаків уздовж кабельної лінії;
- перевірка електролінії.

2. Виконання допоміжних робіт при усуненні аварій.

Основними видами допоміжних робіт є:

- огорожа небезпечних зон і ділянок (об'єктів) ведення аварійно-рятувальних і інших невідкладних робіт;
- пристрій освітлення робочих місць і майданчиків.

Огорожа небезпечних зон і ділянок здійснюється з урахуванням тривалості дії виниклих небезпечних і шкідливих чинників.

Ділянки (об'єкти, майданчики, місця) ведення аварійно-рятувальних і інших невідкладних робіт, де безпосередня загроза життю і здоров'ю людей, що знаходяться там, зберігається тільки протягом часу ведення там певних робіт (обвалення конструкцій, виробництво вибухових робіт, риття котлованів і

траншей, розтин люків підземних комунікацій і тому подібне), захищаються натягнутим канатом або дротом на стійках з трикутниками жовтого кольору, що навісили, з чорною облямівкою із сторонами 100 мм.

Відстань між знаками не більше 6 м. За відсутності вказаних трикутників навішуються прапорці яскравих забарвлень і таблички з попереджувальними написами.

При веденні робіт в зруйнованих будівлях і спорудах, огорожі підлягають віконні отвори, сходові клітки, що обрушилися, і ліфтові колодязі, проходи, дверні отвори, що ведуть в зруйновану частину будівлі.

Зони небезпечних чинників, що постійно діють, при тривалому веденні робіт, захищаються із сторін проходу людей і руху транспорту огорожею з козирком і бортовою дошкою на козирку, на огорожі через кожних 5–10 м кріпиться добре видимий попереджувальний напис «Небезпечна зона». Межі небезпечної зони навколо зруйнованих будівель і при виробництві робіт на висоті визначаються як 0,3 від величини горизонтальної проекції висоти будівлі (робочої зони).

При виконанні аварійно-рятувальних робіт в темний час доби і в умовах поганої видимості організовується освітлення робочих майданчиків і безпосередньо робочих місць.

Освітлення робочих майданчиків здійснюється розсіяним світлом, норма освітлення не менше 2 лк, коефіцієнт запасу на забрудненість повітря пилом і на задимленість 1,3–1,5.

При меншій освітленості, на додаток до загального рівномірного освітлення встановлюється локальне або місцеве освітлення.

Джерела освітлення розміщуються по периметру майданчика на відстані 20–30 м один від одного, з використанням освітлювальних ламп, потужністю 60–200 Вт.

Освітлення окремих робочих місць і майданчиків здійснюється з урахуванням характеру ситуації і умов робіт.

При проведенні робіт в завалах, при проходці галерей під завалом (лазів в завалі), освітлення здійснюється переносними лампами напругою не вище 36 В, у вологих умовах не вище 12 В. При роботі в приміщеннях, де можлива загазованість вибухонебезпечними газами, необхідно користуватися акумуляторними ліхтарями напругою не вище 6 В.

Небезпечні зони в нічний час позначаються сигнальним освітленням у вигляді миготливих ламп.

Виявлення і відключення пошкоджених ділянок комунально-енергетичних мережах об'єкту.

Місця руйнувань водопровідних мереж виявляються по потоках води, витікаючої через колодязь, завал або через захищаючі конструкції підвалів і заглиблених приміщень.

Для відключення пошкодженої ділянки мережі перекриваються засувки в колодязях, що знаходяться з боку насосної станції, а якщо напрям руху води

невідомий – з обох боків зруйнованої ділянки. Якщо колодязь завалений, то для проникнення в нього заздалегідь розбирається завал.

У разі руйнування водопровідної мережі в будівлі, необхідно (при нагоді) проникнути в підвал або під сходову клітку і відключити пошкоджену будинкову мережу або окремі стояки шляхом перекриття засувки перед водоміром або на окремих стояках.

Місця руйнування мереж теплопостачання визначаються по потоках гарячої води або закінченні пари. Для відключення теплотраси необхідно розкрити оглядові колодязі і камери поблизу станцій або котельних і закрити засувки. У разі пошкодження системи теплопостачання усередині будівлі потрібно відключити її від зовнішньої мережі засувками на введенні в будівлю.

Місця аварій газових мереж визначаються по характерному запаху газу. Для запобігання загазования притулком, укриттів і підвалів закриваються засувки на магістральних трубопроводах і у газгольдерних станцій, що збереглися. При руйнуванні газових мереж усередині будівлі закриваються регулювальні крани на введенні в будівлю або за допомогою кранів відключаються стояки із зруйнованою розводкою.

При руйнуванні каналізаційної мережі в цілях запобігання загрози затоплення об'єктів, розташованих в знижених місцях, витікаючі на поверхню стічні води відводяться в безпечні місця або влаштовуються перепуски в обхід зруйнованих ділянок.

Перепуски стічних вод проводяться як шляхом перекачування по лотках або перепускних трубах, так і самотлив по спеціально влаштовуваних тимчасових лотках або траншеях. Перш ніж влаштувати перепуск, відключається зруйнована ділянка. Для цього закривається труба, що виходить з колодязя у бік зруйнованої ділянки.

При пошкодженні ділянок електромережі усередині будівель розчищають підходи до місць розташування рубильників і запобіжників, після чого вимикають рубильники і виймають запобіжники.

Заходи безпеки при роботах на комунально-енергетичних мережах.

Аварійні роботи на електричних мережах дозволяється проводити тільки після того, як електролінії будуть відключені і заземлені з обох боків.

Всі роботи з електричними проводами і сполученими з ними металевими предметами повинні проводитися з використанням захисних засобів (діелектричні рукавички, галоші, боти, що ізолюють підставки і тому подібне). Особовому складу без захисних засобів забороняється підходити до лежачих на землі електропроводів і торкатися до електротехнічних пристроїв.

Особовий склад формувань, зайнятий аварійними роботами на мережах електропостачання, крім знання правил і заходів безпеки повинен уміти надавати першою медичну допомогу пострадавшим від поразки електричним струмом.

Аварійні роботи на газових мережах дозволяється проводити тільки в ізолюючих протигазах. Газонебезпечні роботи виконуються бригадою, що полягає не менше чим з двох осіб, а при роботах в колодязях, траншеях, резервуарах і інших особливо небезпечних місцях не менше чим з трьох осіб.

Певні вимоги пред'являють до інструменту. При роботі не повинні утворюватися іскри. Тому молотки і кувалди для газонебезпечних робіт виготовляють з кольорового металу (мідь, алюміній) або покривають шаром міді. Робочу частину інструменту для рубки металу, ключів і пристосувань з чорного металу рясно змащують солідолом, технічним вазеліном або іншим густим мастилом. Застосовувати електродрилі і інші електричні інструменти, що викликають іскріння, забороняється.

Взуття на тих, що працюють в колодязях і резервуарах не повинне мати сталевих підков і цвяхів, при їх наявності на взуття необхідно надягати гумові галоші.

У колодязях, тунелях і колекторах забороняється проводити зварювальні роботи і газове різання на газопроводах, що діють, без відключення і продування їх повітрям. Поблизу загазованих приміщень і на загазованій території забороняється запалювати сірники, палити, користуватися інструментом, що викликає утворення іскр, використовувати машини і механізми з працюючими двигунами, а також прилади з відкритим вогнем. Для освітлення робочих місць необхідно застосовувати тільки акумуляторні ліхтарі у вибухобезпечного виконання.

При веденні аварійних робіт на водопровідній мережі перед спуском в оглядовий колодязь слід перевірити, чи не загазоване в нім повітря. Загазованість може бути усунена природним провітрюванням, за допомогою вентилятора або повітродувок, а також заповненням водою з подальшим відкачуванням. Видаляти газ випалюванням категорично забороняється. Якщо загазованість не може бути усунена повністю робота в колодязі допускається в ізолюючому протигазі. При цьому ті, що працюють повинні мати рятувальні пояси із страхувальним мотузком.

Бригада (розрахунок) при роботі в колодязях повинна полягати не менше чим з трьох осіб. Спускатися в колодязь дозволяється тільки одному людині.

При відновленні мереж тепlopостачання місця зруйнованих паропроводів обов'язково захищаються попереджувальними знаками.

Ремонт теплопроводів в напівпрохідних камерах вирішується тільки після того, як трубопровід буде відключений з двох сторін, а температура теплоносія не перевищуватиме 80 °С. Температура повітря в камері (каналі) при цьому не повинна перевищувати 50 °С.

При температурі 40 °С – 50 °С дозволяється працювати по 20 хв., з перервами і виходом з камери не менше чим на 20 хв.

Для провітрювання і охолодження камер ставлять переносні козирки: один над люком проти вітру, інший над протилежним люком за вітром (за наявності в камері двох люків) або переносні вентилятори.

Для освітлення каналів, якщо відсутнє стаціонарне освітлення, використовують акумуляторні ліхтарі. Користуватися відкритим вогнем забороняється. Здійснювати ремонтні роботи на устаткуванні, що знаходиться під тиском і напругою, не дозволяється.

При роботах по ліквідації аварій на каналізаційній мережі слід мати на увазі, що в неї можуть потрапити шкідливі і горючі рідини, крім того, при

розкладанні фекальних мас можуть утворюватися шкідливі і вибухонебезпечні гази (метан, сірководень, вуглекислота). Тому при веденні аварійних робіт на насосних каналізаційних станціях не можна користуватися відкритим вогнем, необхідно контролювати якість повітря за допомогою газоаналізаторів або шахтарської лампи; у приймальному резервуарі і грабельному приміщенні проводити зварку можна тільки після ретельного провітрювання, на час зварювальних робіт потрібно припинити подачу каналізаційних вод.

Роботи в камерах і спеціальних колодязях слід виконувати бригадою в складі не менше чотирьох осіб, а в прохідних каналах і колекторах – п'яти осіб. Один працює в колекторі в засобах захисту органів дихання і шкіри, по два що спостерігають знаходяться у кожного колодязя.

ЛЕКЦІЯ 13

КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ. ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТА КОЛЕКТИВНОГО ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКІВ. ПОРЯДОК ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НИМИ ПРАЦІВНИКІВ

Питання для розгляду на лекції:

13.1 Засоби індивідуального захисту.

13.2 Колективні засоби захисту від сильнодіючих отруйних речовин.

Для захисту сил цивільної оборони і населення від дії факторів ураження сильнодіючих отруйних речовин (далі – СДОР) використовуються засоби індивідуального і колективного захисту.

13.1 Засоби індивідуального захисту

До засобів індивідуального захисту відносяться засоби захисту органів дихання, шкіри та медичні засоби.

Засоби захисту органів дихання.

Основними засобами захисту органів дихання є фільтруючі протигази, респіратори і ізолюючі протигази. Для захисту органів дихання населення може також використовувати простіші засоби – тканинні маски проти пилу і ватяні марлеві пов'язки.

Фільтруючі протигази, респіратори та простіші засоби.

Фільтруючі протигази забезпечують захист органів дихання, очі і шкіру обличчя від можливого хімічного зараження.

Протигаз ГП-5 призначається для дорослого населення. Складається з фільтруючої коробки поглинання ГП-5; шолому-маски типу ШМ-62 або ШМ-62У. В комплект протигазу входить також сумка і коробка з не запітнілими плівками. Ріст шолому-маски підбирається за обміром голови (довжина замкнутої лінії, яка проходить через маківку голови, щоки і підборіддя).

Протигази упаковуються в дерев'яні ящики по 40 шт. з лицевими масками в наступній кількості: нульовий ріст – 3 од.; перший – 9 од.; другий – 11 од.; третій – 11 од. і четвертий – 6 од.

Протигаз ГП-5М призначається для командного складу невоєнізованих формувань ЦО, а також для особового складу, який працює з переговорними апаратами. Складається з фільтруючої коробки поглинання ГП-5; шолому-маски типа ШМ-66МУ (з переговорним устроєм). В комплект протигазу входять також сумка, коробка з не запітнілими плівками і коробка з мембранами. Ріст шолому-маски підбирається за обміром голови (довжина замкнутої лінії, яка проходить через маківку голови, щоки і підборіддя). Протигази упаковуються в дерев'яні ящики по 35 шт. Підбір шолому-маски для протигазів ГП-5 і ГП-5М наведено нижче в табл. 13.1.

Таблиця 13.1 – Дані для підбору шолому-маски

Протигаз (лицева частина)	Ріст лицевої частини і відповідний вертикальний обхват голови, см				
	0	1	2	3	4
ГП-5 (ШМ-62)	До 63	63,5–65,5	66–68	68,5–70,5	> 71
ГП-5М (ШМ-66Му)	До 63	63,5–65,5	66–68	> 68,5	–

Протигаз ГП-7 (ГП-7В) призначається для командного складу невоєнізованих формувань цивільної оборони, а також для особового складу, який працює з переговорними апаратами. Протигаз ГП-7В дозволяє здійснювати приймання води в зараженій атмосфері.

Протигаз складається з фільтруючої коробки поглинання з чохлом, шолому-маски, сумки, коробки з не запітнілими плівками, утеплених манжет, спеціальної кришки для фляги і вкладишу. Зріст шолому-маски підбирається за обміром параметрів голови: вертикального (довжина замкнутої лінії, яка проходить через маківку голови, щоки і підборіддя) і горизонтального (довжина замкнутої лінії, яка проходить через лоб, скроні і потилицю). Результати вимірювань закругляються до 0,5 см. По сумі двох вимірювань визначають типовий розмір (ріст маски і номеру лямок наголовника з сторони кінців) лицевої частини у відповідності з інтервалами ростів наведено нижче в таблиці 13.2.

Таблиця 13.2 – Визначення типового розміру (ріст маски і номеру лямок наголовника з сторони кінців) лицевої частини у відповідності з інтервалами ростів

Сума вимірювань, см	Ріст лицевої частини	Номер упору лямок наголовника		
		Лобовий	Скроневий	Щічних
До 118,5	1	4	8	6
119–121	1	3	7	6
121,5–123,5	2	3	7	6
124–126	2	3	6	5
126,5–128,5	3	3	6	5
129–131	3	3	5	4
>131,5	3	3	4	3

Дитячі протигази ДП-6, ДП-6М, ПДФ-7, ПДФ-Д і ПДФ-Ш призначені для дітей у віці від 1,5 року і старше.

ДП-6 складається з фільтруючої коробки поглинання ГП-4у і лицевої частини МД-1 п'ятого зросту. ДП-6М складається з фільтруючої коробки поглинання ДП-6м і лицевої частини МД-1 першого-четвертого зростів. В комплект протигазів ДП-6 і ДП-6М входять також сумки і олівці (КПЗО).

Дитячий протигаз ПДФ-7 складається з фільтруючої коробки поглинання ГП-5 і лицевої частини МД-1А (п'яти зростів).

Дитячі протигази ДП-6М і ПДФ-7 упаковуються в дерев'яні ящики по 50 (40) шт. В кожному ящику лицеві частини тільки одного зросту.

Протигаз ПДФ-Д призначається для дітей дошкільного віку від 1,5 до 7 років. Складається з фільтруючої коробки поглинання ГП-5 і лицевої частини МД-3 (чотирьох зростів), сумки, коробки з не запітнілими плівками, утеплених манжет і олівця (КПЗО). Протигази упаковуються в дерев'яні ящики по 40 шт. з лицевими частинами: першого зросту – 8 шт., другого – 12 шт., третього – 9 шт. і четвертого – 11 шт.

Протигаз ПДФ-Ш призначається для дітей шкільного віку від 7 до 17 років. Складається з фільтруючої коробки поглинання ГП-5 і лицевої частини МД-3 (третього і четвертого зростів) і ШМ-62У (нульовий, перший, другий і третій зріст), сумки, коробки з не запітнілими плівками та утеплених манжет. Зріст згідно з таблицею 13.3).

Таблиця 13.3 – Підбір росту маски підбирається по висоті і ширині обличчя дитини (відстань між найбільш виступаючими точками дуг вилиці)

Найменування вимірювань	Ріст маски				
	1	2	3	4	5
Висота обличчя, мм	До 77	77–85	85–92	92–99	92–99
Ширина обличчя, мм	До 108	108–116	111–119	115–123	124–135

Дитяча захисна камера КЗД-4 (КЗД-6) призначена для дітей у віці до 1,5 років. Упаковується в дерев'яні ящики по 10 комплектів

Загальновійськові фільтруючі протигази МО-4у, РШ-4, ПМГ і ПМГ-2 складаються з фільтруючої коробки поглинання (МО-4у, РШ-4, ПМГ і ПМГ-2) і лицевої частини (ШМ-41М, ШМ-41М, ШМС або ММ-1, ПМГ і ШМ-66МУ), сумки, коробок з не запітнілими плівками, мембранами та утеплених манжет. Протигази упаковуються в дерев'яні ящики по 30, 20, 30 і 35 комплектів.

Зріст лицевої частини визначається за обміром голови як для протигазу ГП-5 (для чотирьох ростового варіанту), так і за сумою між мочками ушей по надбрівним дугам (для трьох ростового варіанту). Підбір лицевої частини здійснюється за таблицею 13.4.

Комплект додаткового патрону (КДП) з лицевою частиною протигазу ГП-5 призначається для захисту органів дихання від окислу вуглецю (СО). КДП використовується при підвищеному вмісті окислу вуглецю в повітрі, при цьому об'ємний вміст кисню повинен бути не менше 18 % в інтервалах температур від мінус 40 °С до плюс 40 °С. Час захисної дії патрону ДП-2 залежить від умов використання, особливо від температури навколишнього повітря (дивись табл. 13.5). Для захисту від окислу вуглецю може використовуватися і гопкалітовий патрон ДП-1.

Таблиця 13.4 – Підбір лицевої частини

Величина вертикального обміру голови, см	Ріст лицевої частини	Сума двох вимірів голови, см	Ріст лицевої частини
62,5–65,5	1	До 93	1
66–67,5	2	93,5–97	2
68–69	3	97,5 і більше	3
69,5 і більше	4		

Таблиця 13.5 – Час захисної дії при температурі навколишнього середовища

Час захисної дії ДП-2 при важкому фізичному навантаженні, хв.	Температура навколишнього середовища, °С			
	Від – 40 до – 20	Від – 20 до 0	Від 0 до 15	Від 15 до 40
При наявності водню	70	90	360	240
При відсутності водню	320	320	360	400

Для працюючих на підприємствах хімічної, горновидобуваючої і металургійної промисловості та в інших галузях, які виробляють, використовують, зберігають і транспортують СДОР, для захисту органів дихання використовуються засоби індивідуального захисту фільтруючого типу промислового призначення.

Промислові фільтруючі протигази призначені для захисту органів дихання, обличчя і очей людини від дії шкідливих домішок, які знаходяться в повітрі в виді газів, пару і аерозолів (пилі, диму, туману). Промислові протигази комплектуються фільтруючими коробками великих і малих габаритних розмірів, що спеціалізовані за призначенням. Призначення коробок великих габаритних розмірів промислових фільтруючих протигазів наведено в таблиці 13.6.

Таблиця 13.6 – Призначення коробок великих габаритних розмірів промислових фільтруючих протигазів

Марка коробки	Тип коробки і розпізнавальне фарбування	СДОР, від яких захищає коробка
А, А ₈	Без фільтру проти аерозолів (ПАФ). Коричнева.	Пари органічних сполук (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сірковуглець, спирти, ефіри, анілін, газо- і органічні сполуки бензолу і його гомологів, тетраетил свинцю), фосфор і хлорорганічні отрутохімікати.

Подовження таблиці 13.6

А	З ПАФ. Коричнева з білою вертикальною смугою	Те саме, а також пил, дим і туман.
В, В ₈	Без ПАФ. Жовта.	Кислі гази і пари (сірчаний газ, хлор, сірководень, синильна кислота, окисли азоту, хлористий водень, фосген), фосфор і хлорорганічні отрутохімікати.
В	З ПАФ. Жовта з білою вертикальною смугою.	Те саме, а також пил, дим і туман.
Г, Г ₈	Без ПАФ. Чорно-жовта.	Пари ртуті, ртутьорганічні отрутохімікати, на основі етилмеркурхлориду.
Г	З ПАФ. Чорно-жовта з білою вертикальною смугою.	Те саме, а також пил, дим і туман, суміш пару ртуті і хлору.
Е, Е ₈	Без ПАФ. Чорна.	Миш'яковий і фосфористий водень.
Е	З ПАФ. Чорна з білою вертикальною смугою	Те саме, а також пил, дим і туман.
КД, Д ₈	Без ПАФ. Сіра.	Аміак, сірководень і їх сполуки.
КД	З ПАФ. Сіра з білою вертикальною смугою.	Те саме, а також пил, дим і туман.
М	Без ПАФ. Червона.	Окисел вуглецю при наявності органічного пару (окрім практичних не сорбіруючих речовин, наприклад метану, бутану, етану, етилену, та інших), кислих газів, аміаку, миш'якового і фосфористого водню.
М	З ПАФ. Червона з білою вертикальною смугою.	Те саме, а також пил, дим і туман.
СО	Без ПАФ. Біла.	Окис вуглецю.
БКФ	З ПАФ. Зелена з білою вертикальною смугою.	Кислі гази і пар, пар органічних речовин, миш'якового і фосфористого водню і від різних аерозолів (пил, дим і туман).

Прмітки:

1. Коробки марок А, В, Г, Е, КД виготовляються трьох типів, марки М – двох типів, марки СО і БКФ – одного типу.

2. Коробки марки СО виготовляються без ПАФ, а БКФ з ПАФ; всі інші марки – без ПАФ з підвищеним часом захисної дії; без ПАФ з індексом «8»; з ПАФ.

3. При використанні протигазом коробки марки Г необхідно вести облік часу роботи кожної коробки. Після відпрацювання 100 і 80 годин відповідно для марок Г без ПАФ і з ПАФ вони рахуються відпрацьованими і замінюються на нові.

4. При використанні фільтруючих коробок марок М і СО визначаються за збільшенням ваги. При збільшенні ваги коробок марок М на 35 г і СО на 50 г у порівнянні з початковою (на корпусах ця маса вказана) коробки рахуються відпрацьованими і замінюються на нові.

5. Горловини на дні і кришках коробок марок М і СО після використання протигазу необхідно закрити ковпачками з гумовими прокладками.

В комплект промислового протигазу великих габаритних розмірів входять: фільтруюча поглинальна коробка, лицева частина, з'єднувальна трубка, комплект не запітнілих плівок, сумка та інструкція з користування.

В промисловості для захисту органів дихання від деяких СДОР використовуються і малі протигазові коробки двох типів: з проти аерозольним фільтром (МКПФ) і без нього (МКП), які класифікуються за марками А, В, Г, КД і С. Призначення протигазових малих коробок наведено в таблиці 13.7.

В комплект промислового протигазу малих габаритних розмірів входять: фільтруюча поглинальна коробка, лицева частина, комплект не запітнілих плівок, сумка та інструкція по користуванню.

Промислові протигази великих і малих габаритних розмірів комплектуються лицевими частинами ШМП двох типів: з клапанною коробкою типу 1 і типу 11. Лицеву частину ШМП кожного типу виготовляють п'яти зростів. Підбір лицевої частини по росту проводиться за обміром голови (довжина замкнутої лінії, яка проходить через маківку голови, щоки і підборіддя), які наведені нижче в таблиці 13.8.

Крім лицевої частини ШМП промислові протигази можуть комплектуватися і лицевими частинами ШМ-41, ШМ-41М, ШМС і ШМГ.

Протигазові респіратори РПГ-67, РУ-60М і РУ-60МУ використовуються в промисловості для захисту органів дихання від СДОР у вигляді пару і газів при їх концентрації не більш 10–15 ГДК. Вони складаються із резинової маски, фільтруючих поглинальних патронів, пластмасових манжет з клапаном вдиху і клапаном видиху, трикотажного обтюратора, а також наголовника для закріплення респіратору на голові.

Фільтруючі патрони респіраторів випускаються марок А, В, КД і Г, які спеціалізовані за призначенням в залежності від фізико-хімічних і токсичних властивостей СДОР. Патрони розпізнаються за складом вбирача, а за зовнішнім видом – за допомогою маркування, яке нанесено в центрі перфорованої сітки патрону. Призначення патронів та характеристики респіраторів наведені в таблицях 13.8, 13.9.

Таблиця 13.7 – Призначення коробок малих габаритних розмірів промислових фільтруючих протигазів

Марка коробки	Тип коробки і пізнавальні знаки	СДОР, від яких захищає коробка
А	МКП – корпус і дно коричневі	Пари органічних сполук (бензин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, спирти), пари фосфор і хлорорганічних отрутохімікатів.
	МКПФ – корпус коричневий, дно жовте	То саме, а також пил, дим і туман

В	МКП – корпус і дно жовті	Кислі гази і пари (сірчаний газ, хлор, сірководень, синильна кислота, хлористий водень, фосген), пари фосфору і хлорорганічних отрутохімікатів.
	МКПФ – корпус жовтий, дно біле	То саме, а також пил, дим і туман
Г	МКП – корпус чорний і жовта кільцева смуга, дно чорне	Пари ртуті, ртутьорганічні отрутохімікати на основі етилмеркурхлориду.
	МКПФ – корпус чорний і жовта кільцева смуга, дно чорне	То саме, а також пил, дим і туман
КД	МКП – корпус і дно сірі	Аміак, сірководень та їх суміші.
	МКПФ – корпус сірий, дно біле	То саме, а також пил, дим і туман
С	МКП – корпус і дно зелені	Сірчаний газ і окисли азоту.
	МКПФ – корпус зелений, дно біле	То саме, а також пил, дим і туман

Таблиця 13.8 – Підбір лицевої частини по росту за обміром голови

Результат виміру голови, см	До 63	63,5–65,5	66–68	68,5–70,5	Більше 71
Зріст шолому-маски	0	1	2	3	4

Таблиця 13.9 – Призначення патронів респіраторів

Маркування патрону	Сильнодіюча отруйна речовина, від якої захищає патрон
РПГ-67	Органічні пари (бензину, гасу, ацетону, бензолу, і їх гомологів, спиртів, ефірів та інших, окрім низькокиплячих і не сорбуючих органічних речовин), пару хлор- і фосфорорганічних отрутохімікатів.
РУ-60М-А або РУ-60МУ-А	То саме і аерозолі.
РПГ-67-В	Кислі гази (сірчистий ангідрид, сірководень та інші), пари хлор- і фосфорорганічних отрутохімікатів.
РУ-60М-В або РУ-60МУ-В	То саме і аерозолі.
РПГ-67-КД	Аміак і сірководень.

Продовження таблиці 13.9

РУ-60М-КД або РУ-60МУ-КД	То саме і аерозолі.
РПГ-67-Г	Пар ртуті.
РУ-60М-Г або РУ-60МУ-Г	То саме і аерозолі.

Примітки:

1. Респіратор РУ-60МУ рекомендується використовувати при підвищених концентраціях пилу в повітрі. У нього передбачається заміна проти аерозольного фільтру.

2. Респіратори марки Г і запасні патрони до нього марки Г необхідно зберігати в місцях, що не допускають зволоження.

Таблиця 13.10 – Характеристика респіраторів

Параметри		РПГ-67	РУ-60М
Опір вдиху, Па (мм вод. ст.), не більше		58,8 (6)	78,4 (8)
Коефіцієнт проникності масляного туману, %, не більше		—	1
Час захисної дії	Для марки А по бензолу ($C_0=10$ мг/л) хв., не менше	60	30
	Для марки В по сірчистому ангідриду ($C_0=2$ мг/л) хв., не менше	50	30
	Для марки КД по аміаку ($C_0=2$ мг/л) хв., не менше	30	20
	Для марки КД по сірководню ($C_0=2$ мг/л) хв., не менше	50	20
	Для марки Г по пару ртуті ($C_0=0,01$ мг/л) хв., не менше	20	15
Маса, г, не більше		300	350

Респіратори протигазові РПГ-67, РУ-60М і РУ-60МУ забороняється використовувати для захисту органів дихання від високотоксичних речовин типу синильної кислоти, миш'якового і фосфористого водню, тетраетилсвинцю та інших, а також від речовин, які в паро- і газообразному стані можуть проникати в організм людини через шкіряні покрови. Для захисту від пару ртуті респіратори повинні використовуватися без трикотажного обтюратора.

Фільтруючі саморятівники СПП-2 (СПП-4) використовуються для захисту органів дихання від окислу вуглецю, пилу і диму при пожежах на шахтах і в рудниках. Вони складаються із фільтрувального патрону, на якому закріплені згубник з носовим затискувачем і система кріплення фільтрувального патрону на голові. Фільтруючий патрон з елементами зберігається в герметичній металевій упаковці, на кришці якого закріплена плечова тасьма для носіння саморятівальника.

Саморятівники СПП-2 (СПП-4) – це прибори разової дії і призначені тільки для виходу із загазованої зони. Використання їх допускається в повітрі з об’ємною долею кисню не менше 17 % і об’ємною долею окислу вуглецю не більше 1 %. Характеристики саморятівників наведені в таблиці 13.11.

Саморятівники мають фільтр попередньої очистки повітря від пилу і диму. При роботі саморятівники нагріваються, що характеризує їх справність. Для пониження температури повітря, що вдихається, саморятівник СПП-4 має спеціальний теплообмінник. Вони зберігають свої захисні якості на протязі трьох років при зберіганні в умовах складу.

Таблиця 13.11 – Характеристика саморятівників

Параметри		СПП-2	СПП-4
Опір, Па (мм вод. ст.), не більше	Вдиху	196 (20)	245 (25)
	Видиху	98 (10)	127 (13)
Час дії захисту по окислу вуглецю ($C_0 = 6,2$ мг/л), хв.,		60	120
Маса комплекту, г, не більше		1050	1100

Респіратори, що знаходяться на забезпечення ЦО (Р-2 і Р-2Д) і в промисловості (ШБ-1, «Астра-2», Ф-62П та інші), використовуються для захисту органів дихання від радіоактивного пилу, ґрунтового і промислового пилу та ряду аерозолів (табл. 13.12).

Ріст респіраторів визначається за обміром параметрів обличчя людини (наведено в таблиці 13.13).

Тканні маски проти пилу ПТМ-1 складаються із корпусу і кріплення. Корпус виготовляється з 4–5 шарів ткани. Напроти очей робляться прорізи, в які вставляються скельця або прозора плівка. На голові маска закріплюється за допомогою смуги ткани, резинки або зав’язок. Ріст маски залежить від висоти обличчя (наведено в табл. 13.14)

Для верхніх шарів маски найбільш підходить б’язь, штапельне або трикотажне полотно, мадаполам, міткаль, шотландка та інші. Внутрішні шари можуть бути із дитячого тикку, байки, бумазеї, бавовняно-паперових, шерстяних та інших тканин.

Таблиця 13.12 – Основні характеристики респіраторів

Марка респіратора		Призначення	Комплект респіратора	Коефіцієнт проникності, %	Опір вдиху/ опір видиху, мм вод. ст.
Р-2		Захист від РР для дорослих	Фільтруюча напівмаска, поліетиленовий пакет, кільце	0,05	9/7
Р-2Д		Захист від РР для дітей від 7 до 17 років	Фільтруюча напівмаска, поліетиленовий пакет, кільце	0,05	9/7
ШБ-1	Пелюстка – 200	Захист від високодисперсних аерозолів	Легка безклапанна напівмаска з матеріалу ФПП	1,4	2,9/2,9
	Пелюстка – 40			1,9	1,2/1,2
	Пелюстка – 5			3	0,7/0,7
Айстра-9		Захист від високодисперсних аерозолів	Гумова напівмаска з клапаном видиху, поліетиленові патрони з клапанами вдиху і змінними фільтрами з матеріалу ФПП	0,75	3,1/3
Ф-62П		Захист від промислового пилу, окрім високодисперсного	Гумова напівмаска з клапаном видиху і пластмасова коробка з змінним фільтром з матеріалу ФПП	1 (1,24)	4(2,6)/3,7(5,8)
РП-К		Захист від промислового пилу, окрім високодисперсного пилу	Гумова напівмаска з двох шарів (зовнішній – поліуретан, внутрішній – змінний матеріал ФПГ)	0,97	4,4/2,7
У-2К		Захист від різного пилу	Фільтруюча напівмаска, поліетиленовий пакет, кільце	1	5,2/3,5

Таблиця 13.13 – Визначення росту респіраторів

Висота обличчя, мм	Для Р-2	–	До 109	110–119	Більш 120
	Для Р-2Д	80–99	100–114	115–124	Більш 125
Ріст респіратору		0	1	2	3

Таблиця 13.14 – Визначення росту маски

Висота обличчя, мм	До 80	81–90	91–100	101–110	111–120	121–130	>131
Ріст маски	1	2	3	4	5	6	7

Ватяна марлева пов'язка виготовлюється з марлі розміром 100х50 см, на середину якої накладається шар вати розміром 30х20 см і товщиною 1–2 см. Марля з обох сторін загибається і накладається на вату. Кінці розрізуються вздовж середини, в результаті чого виникають зав'язки.

Ізолюючі засоби індивідуального захисту органів дихання.

Перевага ізолюючих дихальних апаратів (ІДА), які забезпечують органи дихання людини необхідною кількістю чистого повітря, є то, що вони можуть використовуватися незалежно від складу навколишньої атмосфери.

До них відносяться: автономні дихальні апарати, що забезпечують органи дихання людини дихальною суміш'ю з балонів з стисненим повітрям або стисненим киснем або за рахунок регенерації кисню за допомогою продуктів, що затримують кисень; шлангові дихальні апарати, з допомогою яких чисте повітря подається до органів дихання за допомогою шлангу від повітродувок або від компресорних магістралей.

Ізолюючі дихальні апарати (ІДА) діляться на дві групи: протигази з хімічно зв'язаним киснем (ІП-4, ІП-46, ІП-46М) і протигази з стисненим киснем (КИП-8).

Ізолюючий дихальний апарат ІП-4 призначається для захисту органів дихання, шкіри обличчя і очей від будь-якої шкідливої домішки в повітрі незалежно від її концентрації при виникненні робіт в умовах недостатку або відсутності кисню.

Ізолюючий дихальний апарат ІП-4 складається з лицевої частини з з'єднувальною трубкою, регенеративного патрону, дихального мішку, каркасу. В комплект також входять не запітнілі плівки, утеплювальні манжети і сумка.

Лицева частина ІП-4 призначена для ізоляції органів дихання від навколишнього середовища, направлення газової суміші, що видихається в регенеративний патрон, підведення очищеної від вуглекислого газу і водяного пару і збагаченої киснем газової суміші до органів дихання, а також для захисту очей і обличчя від будь-якої шкідливої суміші в повітрі.

Регенеративний патрон призначається для отримання кисню, необхідного для дихання, а також для поглинання вуглекислого газу і вологи, які знаходяться в газовій суміші, що видихається.

Дихальний мішок являється резервуаром для газової суміші, що видихається і кисню, який виділяється регенеративним патроном. Клапан надмірного тиску призначається для випуску зайвого газу з системи дихання при роботі. Каркас призначається для розміщення в ньому дихального мішка, попередження стиснення мішку при експлуатації апарату і закріплення регенеративного патрону.

Сумка служить для зберігання і перенесення ізолюючого дихального апарату, а також для захисту його вузлів від обливання СДОР і механічних пошкоджень. Сумка виготовлена із спеціальної прогумованої ткани, яка стійка до агресивних рідин.

В основі роботи подібних ізолюючих дихальних апаратів лежить принцип хімічної регенерації повітря, що видихається, в регенеративному патроні, за рахунок поглинання вуглекислого газу і пару води та виділення кисню, який супроводжується виділенням тепла, чому за часом використання регенеративний патрон нагрівається.

Час роботи в ізолюючому дихальному апараті визначається фізичним навантаженням і для ИП-4 складає при відносному спокою і легкому фізичному навантаженні біля 180 хв., при середньому фізичному навантаженні – 60 хв., а при важкому фізичному навантаженні – 30 хв., робочий інтервал температур складає від мінус 40 до плюс 40° С. Попередня перевірка герметичності лицевої частини ІДА виконується на вдиху при одночасному притискуванні ніпеля з'єднувальної трубки до долоні. Якщо при вдиху повітря не проходить, то лицева частина герметична.

Працювати в ІДА до повного відпрацювання регенеративного патрону не рекомендується. Заміна відпрацьованого регенеративного патрону в зараженому або не придатному для дихання повітрію допускається лише в окремих випадках. Протигази ИП-4 і ИП-46 використовуються на суші, ИП-46М – для проведення легких робіт під водою.

Підбір лицевої частини за ростом проводиться за обміром голови (довжина замкнутої лінії, яка проходить через маківку голови, щоки і підборіддя). Розміри ростів шлему наведені в таблиці нижче.

Таблиця 13.15 – Підбір лицевої частини

Ріст шлему	Величина виміру голови, см	
	ИП-4, ИП-46	ИП-46М
1	До 64	До 63
2	64,5–68,5	63,5–66,5
3	69 і більше	67–68,5
4	–	69 і більше

Серед промислових ІДА слідуює виділити ізолюючі протигази, шахтні саморятівники, ізолюючі респіратори, киснево-ізолюючий протигаз КІП-8, дихальні апарати ВЛАДА і АСВ-2, які можуть успішно використовуватися для

захисту органів дихання від СДОР, характеристики яких наведено в таблицях 13.16 – 13.19.

Киснево-ізолюючий протигаз КІП-8 призначається для захисту органів дихання при газорятувальних роботах від шкідливої дії непридатної для дихання атмосфери, яка має отруйні речовини високої концентрації і збіднена киснем.

Час захисної дії киснево-ізолюючого протигазу складає 2 години. Місткість балону 1 л; запас кисню в балоні 200 л; маса протигазу складає 10 кг.

Всі вузли КІП-8, за виключенням клапанної коробки з маскою МИП-1 або шоломом-маскою, з'єднувальних трубок і манометру, розташовані в металевому корпусі: кисневий балон з запірним вентилям, блок легеневого автомату з редуктором і байпасом; дихальний мішок з запобіжним клапаном, звуковий сигнал; регенеративний патрон, поясний і плечовий ремні.

Після кожного використання КІП-8 чистять, перевіряють і перезаряджають. Зберігають КІП-8 в зібраному виді в приміщенні при температурі повітря від 3 до 20° С та відносній волозі 65–60 %.

Таблиця 13.16 – Основні характеристики ізолюючих протигазів і приборів

Характеристика		Ізолюючий протигаз			КІП-8
		ІП-4	ІП-46	ІП-46М	
Маса, кг		3,4	4,6	5,5	10
Лицева частина		ШИП-26 (к)	ШВСМ	ШВСМ	МИП-1
Регенеративний патрон		РП-4	РП-46	РП-46М	–
Час захисної дії при навантаженні (хв.):	Важкому	40	50	50	–
	Середньому	75	60	60	–
	Легкому	180	180	180	120
	В воді (15–20 °С)	–	–	120	–
	В воді (1–5 °С)	–	–	20	–

Таблиця 13.17 – Основні характеристики саморятівників

П а р а м е т р и		Малогабаритний ШСМ-1	ШС-7М	ШС-20М
Склад	Регенеративний патрон з пускачем	+	+	+
	Дихальний мішок з клапаном тиску	+	+	+
	З'єднальна трубка або шланг з згубником і носовим затискувачем	+	+	+
Час захисної дії при виходу із небезпечної зони, хв.		20	50	30
Температурний інтервал використання		Від –10 до + 40 °С	Від –10 до +30 °С	Від 0 до +50 °С
Маса саморятівника, кг		1,45	3	2

Шахтні саморятивники (малогабаритний ШСМ-1, ШСМ-7М, ШС-20М) призначені для захисту органів дихання робітників вугільної, хімічної, металургійної промисловості при аваріях, вибухах і пожежах.

Ізолюючі респіратори призначені для захисту органів дихання від шкідливої дії непридатної для дихання атмосфери при виконанні гірничорятувальних і технічних робіт в вугільних шахтах і кар'єрах.

Таблиця 13.18 – Основні характеристики ізолюючих респіраторів

Параметри		Респіратор ізолюючий допоміжний РВЛ-1	Урал-7	РКК-1	Р-30
Склад:	Корпус з дюралюмінію	+	+	+	
	Кисневий балон	+	+	+	+
	Кисневий розподільчий вузол	+	+	+	+
	Дихальний мішок з клапаном надмірного тиску	+	+	+	+
	Регенеративний патрон	+	+	+	+
	Дихальні шланги	+	+		+
Час захисної дії самоспасителя, г		2	5	2	4
Місткість балону, л		1	2	1	2
Запас кисню в балоні, л		200	500	200	400
Температурний інтервал використання, °С		–	Від –20 до +60	–	Від –20 до +60
Періодичність перевірки при зберіганні, діб		15	10	15	10
Перевірка після використання		+	+	+	+
Маса респіратора, кг		9,0	14,0	8,3	11,8

Дихальні апарати ВЛАДА і АСВ-2 призначені для захисту органів дихання при роботі в атмосфері, яка має високий рівень концентрації шкідливої речовини і збідненої киснем. Вони відносяться до типу резервуарних апаратів з запасом стисненого повітря і відкритою схемою дихання.

Шлангові ізолюючі дихальні автомати забезпечують органи дихання чистим повітрям через з'єднувальні шланги до них також відносяться пневмокостюми, які забезпечують захист не тільки органів дихання, а і всього тіла. Шлангові ІДА розділяються на два типи: самовсмоктуючі шлангові апарати, в яких повітря до органів дихання поступає із чистої зони за рахунок зусиль людини; шлангові апарати з примусовою подачею чистого повітря в лицеву частину за допомогою повітродувок, вентиляторів або від компресору після його попереднього очищення.

Таблиця 13.19 – Основні характеристики дихальних апаратів

Параметри		ВЛАДА	АСВ-2
Склад:	Кількість балонів, шт.	1 або 2	2
	Місткість кожного балону, л	7 або 3	3 або 4
	Запірний вентиль	+	+
	Редуктор	+	+
	Манометр	+	+
	Легеневий автомат з шлангом, який подає повітря	+	+
	Маска або згубник з носовим затискачем	+	+
Час захисної дії при середньому навантаженні, хв.	З одним балоном	47	–
	З двома балонами	40	45
Періодичність перевірки при зберіганні		1 раз в 3 міс.	1 раз в 3 міс.
Маса апарату, кг		17	16,4

Шлангові ІДА використовуються, зазвичай, при виконанні робіт для ремонту та очистці різних ємностей (цистерн, котлів), при ремонті колодязів, димоходів, підвальних і інших приміщень, де можуть скупчуватися газообразні шкідливі суміші.

Противаг шланговий ПШ-1 є засобом захисту безнапірного типу і має призначення для одного працюючого. Складається із шолому-маски (трьох зростів: 1, 2, 3-го), двох з'єднувальних трубок, рукава для підведення повітря, фільтруючої коробки для очистки повітря, що вдихається, від пилу, рятувального поясу з плечовими тасьмами, сигнальної рятувальної мотузки і штиря для закріплення кінця рукава з фільтруючою коробкою в зоні чистого повітря. Противаг ПШ-1 рекомендується використовувати при малих і середніх навантаженнях в тих випадках, коли чисте повітря можливо забирати на відстані не більше 10 м від робочого місця.

Опір вдиху і видиху при витраті повітря 30 л/хв. складає 196 і 100 Па відповідно. Маса апарату не більше 8 кг. У зв'язку з великим опором дихання противаг ПШ-1 рекомендується використовувати при короточасних роботах. Придатність противагу перевіряється перед кожною видачею і періодично (не ріже одного разу за тиждень).

Шланговий противаг ПШ-2 є засобом захисту з примусовою подачею чистого повітря і призначається на одночасне забезпечення захисту органів дихання двох працюючих на відстані 20 м від повітрорудки або одного працюючого на відстані 40 м. В апараті передбачена подача повітря за допомогою електродвигуна, а також шляхом обертання повітрорудки вручну.

Комплектність і призначення противагу ПШ-2 аналогічні противагу ПШ-1, тільки додаткові елементи є в двох комплектах, довжина рукавів для підведення повітря складає 20 м, а сигнальних мотузків 25 м. Кількість повітря, що подається під кожну лицеву частину при 60 об./хв. складає 50 л/хв. Опір вдиху відсутній, а опір видиху складає 119 Па. Маса апарату не більше 46,7 кг.

Шланговий апарат ДПА-5 аналогічний апарату ПШ-2, відрізняється тільки конструкцією повітродувки. Мінімальний тиск повітря 3000 Па, кількість повітря, що подається складає 200 л/хв.

Пневмокостюми ЛГ-4 і ЛГ-5 призначаються для ремонтних і аварійних робіт при значному забрудненні і повітря і обладнання приміщень радіоактивними і токсичними речовинами. Вони забезпечують ізоляцію органів дихання і поверхні тіла працюючого від зовнішнього середовища.

Пневмокостюми виготовляються із поліхлориду пластикату, при чому ЛГ-5 – із більш міцної армованої плівки марки 80 АМ. З переду комбінезону є лаз для входу в костюм і виходу із нього.

Система подачі повітря в пневмокостюм включає повітровід, який розташований в шлемі, пластмасовий штуцер з пневмокостюмом та поясні повітроводи. Пневмокостюми виготовляються трьох ростів: 3 зріст (М – малий) від 160 до 170 см; 4 зріст (С – середній) від 171 до 180 см; 5 зріст (В-великий) від 181 до 190 см.

Робота в пневмокостюмі допускається при температурі від мінус 30 до плюс 45 °С. Повітря подається з використанням 250 л/хв. При температурі навколишнього повітря 16–27 °С пневмокостюм може використовуватися працюючим без погіршення самопочуття на протязі 4–6 годин. Маса пневмокостюму без шлангів складає 3 кг.

Індивідуальні засоби захисту шкіри.

Індивідуальними засобами захисту шкіри є: захисні комплекти, спеціальний захисний одяг, загальновійськовий комплексний захисний костюм, побутовий, виробничий і спортивний одяг. Вони за типом захисної дії поділяються на ізолюючі (плащі і костюми), матеріал яких покривається спеціальними газо- і волого непроникними плівками і фільтруючі, що представляють собою костюми із звичайного матеріалу, який насичується спеціальним хімічним складом для нейтралізації або сорбції пару СДОР.

Загальновійськовий захисний комплект (ЗЗК) складається з захисного плаща ОП-1 (виготовляється 5-и розмірів із спеціальної прогумованої тканини), захисних панчіх і захисних рукавичок. Маса комплекту 3 кг, упаковується в ящики по 20 шт.

Легкий захисний костюм Л-1 складається з сорочки з капюшоном, брюк, зшитих заодно з панчохами, двопалих рукавичок і підшоломника. Окрім того, в комплект входить сумка і пара рукавичок. Виготовляється трьох розмірів із прогумованої тканини. Маса 3 кг, упаковується в ящики по 12 шт.

Захисний костюм (комбінезон) складається із куртки і брюк (в комплект входять також гумові рукавички, гумові чоботи і підшоломник). Виготовляється трьох розмірів із прогумованої тканини. Маса 6 кг, упаковується в ящики по 20 шт.

Захисний фільтруючий одяг (ЗФО) складається з бавовняно-паперового комбінованого костюму насиченого пастою К-4, гумових рукавичок, чобіт, підшоломника, двох онуч (одна насичена).

Герметичний одяг для забезпеченню захисту від пару і аерозолів отруйних речовин необхідно насичати мильною масляною емульсією (300 г господарського мила, 0,5 л рослинного масла і 2 л води).

Комплект захисний плівковий (КЗП) складається з плаща з капюшоном, панчіх із поліетиленової плівки і гумових рукавичок. Маса комплекту складає 1 кг.

Протилужні і протикислотні костюми (ПЛК), призначаються для роботи з їдким натром, його розчинами з концентрацією до 35 % і розчинами кислот з концентрацією до 22 %. Виготовляються вони із одnobічної прогумованої тканини і в комплект входять: куртка, брюки, чоботи, гумовотрикотажні рукавички, шолом-маска. Виготовляються двох ростів.

Костюми чоловічі і жіночі для захисту від кислот, призначаються для захисту поверхні шкіри від різних концентрацій кислот. В комплект входять: куртка, брюки і головний убір. Костюми розділяються на чотири підгрупи і виготовляються із різних фільтруючих тканин.

Для захисту рук від СДОР промисловістю випускаються рукавички гумові технічні двох типів (тип 1 – товщиною 0,3 мм, тип 11 – товщиною 0,7 мм), які призначені для виконання точних і грубих робіт.

Крім того, промисловістю випускається ціла гамма рукавичок для захисту рук від різних кислотних і лужних розчинів середньої концентрації. Крім гумового матеріалу для виготовлення захисних рукавичок використовуються різні фільтруючі матеріали на основі цілої гами тканин.

Деякі особливості використання засобів індивідуального захисту.

Багатогранність фізико-хімічних і токсичних особливостей СДОР покладає певні умови на використання засобів індивідуального захисту від них, що визначається на часу захисної дії засобів, які необхідно враховувати при їх використанні. Час захисної дії індивідуальних засобів захисту залежить від типу СДОР, його концентрації і змінюється в широких інтервалах (табл.13.20–13.23).

Таблиця 13.20 – Час захисної дії коробок великих розмірів промислових протигазів за контрольними шкідливими речовинами

Марка коробки	Контрольна шкідлива речовина	Концентрація контрольної шкідливої речовини, г/м ³	Кратність перебільшення ГДК	Час захисної дії коробки, хв.	
				Без фільтру	З фільтром
А	Бензол	25 ± 1	5 000	120	50
В	Синильна кислота	10 ± 1	30 000	60	30
	Сірчаний газ	8,8 ± 0,3	860	90	45
Г	Пар ртуті	0,001	1 000	6 000	4 800
Е	Миш'яковий водень	10 ± 0,2	30 000	360	120
КД	Сірководень	4,6 ± 0,1	460	240	80
	Аміак	2,3 ± 0,1	100	240	120
СО	Окисел вуглецю	6,2 ± 0,3	300	150	–
М	Окисел вуглецю	6,2 ± 0,3	300	90	–
	Аміак	2 ± 0,1	100	90	–
	Бензол	10 ± 1	2 000	50	–
БКФ	Миш'яковий водень	10 ± 0,2	33	–	110
	Синильна кислота	3 ± 0,3	10	–	70

Примітка:

1. Час захисної дії коробок марок В, КД, М, БКФ перевіряється окремо по кожній контрольній шкідливій речовині на різних коробках.

Таблиця 13.21 – Час захисної дії коробок малих розмірів промислових протигазів за контрольними шкідливими речовинами

Марка коробки	Контрольна шкідлива речовина	Концентрація контрольної шкідливої речовини, г/м ³	Кратність перебільшення ГДК	Час захисної дії коробки, хв.	
				МКП	МКПФ
А	Бензол	10	2 000	100	50
В	Сірчаний газ	2	200	140	57
КД	Сірководень	2	200	170	60
	Аміак	2	100	75	30
Є	Сірчаний газ	2	200	360	150
Г	Пар ртуті	0,001	1 000	6 000	4 800
	Аміак	1	50	25	15

Примітка:

1. Час захисної дії коробок марок КД і Г перевіряється окремо по кожній контрольній шкідливій речовині на різних коробках.

2. Час захисної дії коробок визначено для умов: об'ємна швидкість постійного потоку газоповітряного середовища $(30 \pm 0,5)$ л/хв.; відносна вологість повітря (50 ± 3) %; температура навколишнього середовища (20 ± 5) °С.

Необхідно враховувати, що засоби індивідуального захисту, які забезпечують захист від сильнодіючих отруйних речовин (СДОР), оказують негативний вплив на організм людини, утруднюють при певних умовах виконання покладених завдань внаслідок погіршення теплообміну організму людини з навколишнім середовищем та в результаті обмеження рухомості. Гранично допустимі терміни виконання різних робіт в засобах індивідуального захисту наведені в таблицях 13.24–13.28.

Таблиця 13.22 – Час захисної дії протигазових і універсальних респіраторів за контрольними шкідливими речовинами

Марка коробки	Контрольна шкідлива речовина	Концентрація контрольної шкідливої речовини, г/м ³	Кратність перебільшення ГДК	Час захисної дії коробки, хв.	
				РПГ-67	РУ-60 М
А	Бензол	10	2 000	60	30
В	Сірчаний газ	2	200	50	30
КД	Сірководень	2	200	50	20
	Аміак	2	100	30	20
Г	Пар ртуті	0,01	1 000	1 200	900

Таблиця 13.23 – Орієнтовний час захисної дії по шкідливим речовинам коробок великих габаритних розмірів промислових фільтруючих протигазів

Шкідлива речовина	ГДК, мг/м ³	Марка коробки протигазу, що рекомендується	Максимально допустима концентрація використання, г/м ³	Час захисної дії, г, при:		
				100 ГДК	1000 ГДК	Максимально допустима концентрація використання
Аміак	20	КД с/ф, КД ₈	15 000	2	—	0,25
		КД б/ф	15 000	4	—	0,5
Ацетон *	200	А с/ф, А ₈	40 000	1	—	0,4
		А б/ф	40 000	2,5	—	1
Анілін *	3	А с/ф, А ₈	20 000	10	1,5	0,2
		А б/ф	20 000	20	3	0,4
Бензол *	5	А с/ф, А ₈	22 000	40	4	0,8
		А б/ф	22 000	100	10	1,5
Бромистий метил *	1	А с/ф, А ₈	20 000	20	4	0,2
		А б/ф	20 000	50	10	0,5

Шкідлива речовина	ГДК, мг/м ³	Марка коробки протигазу, що рекомендується	Максимально допустима концентрація використання, г/м ³	Час захисної дії, г, при:		
				100 ГДК	1000 ГДК	Максимально допустима концентрація використання
Діхлоретан *	10	А с/ф, А ₈	40 000	20	2	0,5
		А б/ф	40 000	50	5	1
Диметиламін *	1	А с/ф, А ₈	10 000	30	4	0,3
		Г с/ф, Г ₈	10 000	45	6	0,5
		А б/ф	10 000	60	8	0,6
		Г б/ф	10 000	90	12	1
Азотна кислота	5	В с/ф, БКФ	14 000	30	5	1
Соляна кислота *	5	В с/ф	16 000	30	5	1,5
Синильна кислота *	0,3	В с/ф, В ₈ БКФ	6 000	70	15	0,7
		В б/ф	6 000	140	30	1,4
Ксилідін *	3	А с/ф, А ₈	6 000	5	1	0,5
		А б/ф	6 000	10	2	1
Ксилол *	50	А с/ф, А ₈	40 000	4	0,6	0,7
		А б/ф	40 000	8	1,2	0,9
Миш'яковий водень *	0,3	Е с/ф, Е ₈	10 000	150	40	2
		БКФ	10 000	250	80	6
Монометил-амін *	1	А с/ф, А ₈	7 000	20	3	0,4
		А б/ф, Г б/ф,, Г с/ф, Г ₈	7 000	40	6	0,8
Нітрил акрилової кислоти *	0,5	А с/ф, А ₈	10 000	35	7	0,2
		А б/ф	10 000	50	10	0,3
Нітробензол *	5	А с/ф, А ₈	27 000	50	8	1
		А б/ф	27 000	100	15	2
Окисел етилену	1	М с/ф	10 000	12	2,5	0,2
		М б/ф	10 000	25	5	0,5
Окисли азоту	5	В с/ф, В ₈	5 000	2	0,5	0,5
		В б/ф	5 000	4	1	1
Ртуть металева	0,01	Г с/ф, Г ₈	10	80	80	80
		Г б/ф	10	100	100	100
Сірчаний ангідрид	10	В с/ф, В ₈	14 000	5	0,6	0,2
		В б/ф	14 000	10	1,2	0,4
Сірководень	10	КД с/ф, КД ₈	10 000	10	1	1
		В с/ф, В ₈	10 000	20	2	2
		КД б/ф	10 000	20	2	2
		В б/ф	10 000	40	4	4

Шкідлива речовина	ГДК, мг/м ³	Марка коробки протигазу, що рекомендується	Максимально допустима концентрація використання, г/м ³	Час захисної дії, г, при:		
				100 ГДК	1000 ГДК	Максимально допустима концентрація використання
Стирол *	5	А с/ф, А ₈	23 000	15	2	0,3
		А б/ф	23 000	30	4	0,6
Триетилен	10	КД с/ф, КД ₈	22 000	6	1	0,3
		КД б/ф	22 000	12	2	0,6
Тетраетил свинцю *	0,00	А с/ф, А ₈	5 000	1 500	200	2
	5	А б/ф	5 000	3 000	400	4
Фосген *	0,5	В с/ф, В ₈	22 000	300	30	0,5
		В б/ф	22 000	500	50	0,8
Фенол *	0,3	А с/ф, А ₈	1 000	80	8	2
		А б/ф	1 000	50	15	4
Фурфурол *	10	А с/ф, А ₈	10 000	18	1,8	1,8
		А б/ф	10 000	35	3,5	3,5
Хлор *	1	А с/ф, А ₈ , БКФ, В с/ф, Е с/ф, Е ₈	25 000	75	10	0,3
		А б/ф, В б/ф, Е б/ф	25 000	150	20	0,5
		Г с/ф	25 000	50	6	0,2
Хлорпикрин *	1	А с/ф, А ₈	36 000	120	20	0,5
		А б/ф	36 000	150	60	1,5
Етил хлору	50	А с/ф, А ₈	14 000	1,5	—	0,5
		А б/ф	14 000	2	—	0,7
Вуглець чотирьох хлористий	20	А с/ф, А ₈	10 000	50	5	0,8
		А б/ф	10 000	70	8	1,4
Етилмеркапкан *	1	В с/ф, В ₈ , БКФ	14 000	90	15	1
		В б/ф	14 000	180	30	2
Етиленхлоргидрин *	1	А с/ф, А ₈	28 000	50	10	0,2
		А б/ф	28 000	100	20	0,4
Хлористий водень	0,5	А с/ф, В с/ф,, БКФ	5 000	30	4	0,3
Формалін *	0,5	А с/ф	20 000	120	50	1

Примітка:

1. Для захисту від пару і аерозолів шкідливих речовин, що відмічені зіркою, можливо використання загальновійськового фільтруючого протигазу з часом захисної дії в 2,5 рази меншим, ніж указано в таблиці.

2. Максимально допустима концентрація при використанні промислових протигазів з коробками малих габаритних розмірів МКП і МКПФ в 2,5 рази менше, ніж вказано в таблиці.

3. Час захисної дії по шкідливим речовинам коробок МКП і МКПФ при концентрації 100 ГДК і 1000 ГДК в 2,5 рази менше, ніж для коробок великих габаритних розмірів відповідної марки.

Таблиця 13.24 – Гранично допустимі терміни роботи в ЗІЗ (при позитивній температурі навколишнього повітря, відносній вологості повітря 50 %, $V = 2$ м/с з урахуванням можливості загального перегріву організму людини)

Параметри		Температура навколишнього повітря, °С	Засоби індивідуального захисту	
			Фільтруючий протигаз, ЗЗК та захисні панчохи і рукавички	Фільтруючий протигаз, ЗКЗК та ЗЗК
Фізичне навантаження	Легке	10	Необмежено	6 – 8
	Середнє			4 – 5
	Важке			3 – 5
	Легке	20	Необмежено	2
	Середнє			0,6
	Важке			0,4
	Легке	30	Необмежено	1
	Середнє		4	0,5
	Важке		1	0,4
	Легке	40	Необмежено	0,7
	Середнє		2	0,4
	Важке		0,6	0,3

Примітка:

1. При хмарній похмурій погоді час роботи збільшується на 20 – 30 %.
2. Час відновлення теплового стану до вихідного рівня складає не менше 1 години; кожний наступний цикл роботи зменшується на 1/3.
3. Захисний плащ ОЗК одягнений в положення «плащ в рукава».
4. Для поліпшення умов праці в засобах індивідуального захисту шкіри ізолюючого типу одним із найбільш допустимих і простих способів є періодичне обливання їх водою при позитивній температурі повітря.

Таблиця 13.25 – Гранично допустимі терміни роботи на суші при використанні ізолюючих дихальних апаратів

Засоби індивідуального захисту	Фізичне навантаження на людину		
	Легке	Середнє	Важке
Індивідуальний дихальний апарат (ІДА)	180	75	40
ІДА та Л-1 при захисному плащу, одягненому у виді комбінезону	180	60	30

Таблиця 13.26 – Гранично допустимі терміни роботи в ЗІЗ при позитивній температурі навколишнього повітря під безпосередньою дією промінів сонця при відсутності вітру і опадів

П а р а м е т р и		Температура навколишнього повітря, °С	Засоби індивідуального захисту (фільтруючий протигаз, Л-1 або ОЗК при захисному плащі, одягненому у виді комбінезону)
Фізичне навантаження	Легке	20–24	1,5 – 2,0
	Середнє		0,7 – 1,0
	Важке		0,3 – 0,5
	Легке	25–29	1,0 – 1,5
	Середнє		0,3 – 0,6
	Важке		0,3 – 0,4
	Легке	Більше 30	0,7 – 1,0
	Середнє		0,3 – 0,6
	Важке		0,2 – 0,3

Примітка: при роботі в тіні, в похмуру і вітряну погоду гранично допустимі терміни безперервної роботи в засобах індивідуального захисту можуть бути збільшені в 1,5–2 рази.

Таблиця 13.27 – Гранично допустимі терміни роботи в ЗІЗ при негативній температурі навколишнього повітря, швидкості вітру 2 м/с з урахуванням можливості загального переохолодження організму людини

Параметри		Температура навколишнього повітря, °С	Засоби індивідуального захисту		
			Протигаз, табельне військове обмундирування з захисними панчохами і фільтруючими рукавичками	Фільтруючий протигаз з табельним військовим обмундируванням з ватяною курткою і брюками та з ЗЗК	Фільтруючий протигаз з табельним військовим обмундируванням з ватяною курткою і брюками з ЗЗК
Фізичне навантаження	Легке	– 40	0,5	0,6	1
	Середнє		0,7	1,5	7
	Важке		1,5	4	Необмежено
	Легке	– 30	0,6	0,8	1,7
	Середнє		1,2	4	Необмежено
	Важке		3	Необмежено	Необмежено
	Легке	– 20	0,8	1,2	2,8
	Середнє		Необмежено	Необмежено	Необмежено
	Важке		Необмежено	Необмежено	Необмежено
	Легке	– 10	2,8	Необмежено	Необмежено
	Середнє		Необмежено		
	Важке		Необмежено		

Примітка:

1. Табельне військове обмундирування включає: натільну сорочку і кальсони з байки, бавовняно-паперове обмундирування, шинель суконна, онучі байкові, чоботи кирзові, шапку-ушанку.

2. При температурі навколишнього повітря 0 °С і вказаних комбінаціях засобів захисту час роботи при всіх фізичних навантаженнях не обмежується.

Таблиця 13.28 – Поправні коефіцієнти гранично допустимого часу роботи в засобах індивідуального захисту для осіб різного віку

Стан теплообміну організму з зовнішнім середовищем	Фізичне навантаження	Фізична працездатність осіб різного віку (поправний коефіцієнт)			
		18–25 років	26–36 років	36–45 років	46–50 років
Оптимальний (температура повітря до 26 °С)	Легке	1,0	1,0	1,0	
	Середнє	1,0	1,0	1,0	
	Важке	1,0	0,7	0,5	
Допустимий (температура повітря від 26 до 35 °С)	Легке	1,0	1,0	1,0	1,0
	Середнє	1,0	1,0	0,9	0,8
	Важке	1,0	0,9	0,8	0,7

Примітка:

Поправний коефіцієнт необхідно помножити на гранично допустимий час роботи в засобах індивідуального захисту (ЗІЗ).

Вимоги до вибору і порядку використання ЗІЗ:

В осередках хімічного ураження до отримання даних хімічної розвідки про вид отруйної хімічної речовини всі роботи проводяться в ізолюючих ЗІЗ органів дихання і шкіри;

При наявності даних оцінки хімічної ситуації вибір ЗІЗ визначають в залежності від типу і концентрації ОХР;

Всі види ЗІЗ видають рятівникам в індивідуальне користування. Передача іншим особам ЗІЗ, якими користувалися, дозволяється тільки після дегазації;

В час отримання ЗІЗ в користування проводять примірку і підготовку їх у відповідності з антропометричними даними і випробування на їх спроможність до роботи;

При високих концентраціях отруйних хімічних речовин (ОХР) і недостатньому вмісту кисню (менше 18 %) в осередку хімічного ураження використовують тільки ізолюючі ЗІЗ органів дихання;

Непридатні засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) повинні бути із'яті з експлуатації і відправлені на ремонт або знищення.

Медичні індивідуальні засоби.

Для профілактики ураження сильно діючими отруйними речовинами і надання першої медичної допомоги використовуються табельні засоби – індивідуальна аптечка АІ-2 і індивідуальний протихімічний пакет ППП. Крім цих засобів, також можуть використовуватися і ті, що комплектуються самостійно.

Індивідуальна аптечка АІ-2 має засоби профілактики і першої допомоги при радіаційному, хімічному і бактеріальному ураженні, а також при їх комбінаціях з травмами. Маса укомплектованої аптечки складає 130 г.

Аптечки до видачі їх на руки повинні зберігатися в сухому опалюваному приміщенні при температурі 14–18 °С і на відстані не менше 1 м від джерела тепла. Термін придатності аптечок АІ-2 складає чотири роки.

В аптечці АІ-2 є наступні медичні препарати, які використовуються для профілактики ураження небезпечними радіоактивними і отруйними речовинами та надання першої медичної допомоги:

Радіозахисний засіб № 1 (цистамін) – використовується у разі загрози радіоактивного опромінювання в кількості 6 таблеток одночасно і запивається водою; при новій загрозі через 4–5 годин необхідно прийняти ще 6 таблеток; максимальна дія препарату починає діяти через 30–45 хвилин після прийому.

Радіозахисний засіб № 1 (йодистий калій) – призначено для осіб, які знаходяться в зоні випадання радіоактивних опадів, при умові вживання ними в їжу свіжого (неконсервованого) молока; вживається по одній таблетці щоденно на протязі 10 днів.

Засіб при отруєнні ФОР (тарен) – використовується по одній таблетці при вказівках командира формування або іншого начальника; при наростанні ознак отруєння прийняти ще одну таблетку.

Засіб проти блювоти (етанперазин) – використовується по одній таблетці одразу після опромінювання, а також при виявленні нудоти після ударів голови.

Засіб проти болю (шприц-тюбик) – використовується при переломах, великих ранах та опіках. В мирний час зберігається відповідно до вказівок органів цивільної оборони.

У якості засобів екстреної профілактики інфекційних захворювань і інфекційних ускладнень променевої хвороби використовуються протибактеріальні препарати:

Хлортетрациклін – антибіотик широкого спектру дії; приймається при загрозі бактеріального ураження, а також для профілактики розвитку інфекції в ранах і на опікових поверхнях. Хлортетрациклін приймається внутрішньо в кількості 5 таблеток одночасно і запивається водою, через 6 годин приймається ще 5 таблеток.

Сульфадиметоксин – сульфамідний препарат, який необхідно приймати після опромінення при виникненні шлунково-кишкового розладу по 7 таблеток одночасно в першу добу і по 4 таблетки в наступні дві діб.

Дітям до 8 років на прийом дають 1/4, а дітям від 8 до 15 років – 1/2 дози для дорослих (окрім радіозахисного засобу № 2).

Індивідуальний протихімічний пакет ІПП (ІПП-8) має в своєму складі рідинну рецептуру для дегазації, яка готова для використання і набір марлевих салфеток для оброблення часток поверхні шкіри і прилягаючого до них одягу. При обробленні шкіри обличчя за допомогою індивідуального протихімічного пакету (ІПП-8) необхідно виключати попадання дегазатора в очі.

13.2 Колективні засоби захисту від сильнодіючих отруйних речовин

Для захисту від сильнодіючих отруйних речовин можуть використовуватися об'єкти колективного захисту, до яких відносяться сховища.

Сховища – це захисні споруди герметичного типу, що забезпечують захист персоналу підприємств, установ, організацій та сил ЦО і населення від факторів ураження надзвичайних ситуацій техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру.

Сховища класифікуються в залежності від захисних властивостей, за місткістю, за місцем розташування, за системами фільтровентиляції.

За місцем розташування сховища можуть бути вбудовані і окремо розташовані. До вбудованих відносяться сховища, які розташовані в підвальних приміщеннях будинків, а до окремо розташованих – сховища, які розташовані за межами будинків і споруд.

Сховища повинні відповідати основним вимогам: забезпечувати захист людей, що укриваються в них від СДОР, факторів ураження вибухів, радіоактивних речовин, біологічних аерозолів і теплової дії при пожежах;

будуватися на ділянках місцевості, що не затоплюються; мати достатню герметичність (не пропускати СДОР, РР і БР); мати спеціальний обладнаний вхід, який не пропускає в сховище заражене зовнішнє повітря; має входи і виходи з такою ступеню захисту як і основні несучі конструкції, а також аварійні виходи; мати вільні підходи і основні приміщення висотою не менше 2,2 м і рівень полу, що лежить вище рівня ґрунтових вод на 20 см і більше.

В містах, населених пунктах і на об'єктах господарської діяльності сховища будуються, зазвичай, подвійного призначення: в мирний час вони використовуються для в інтересах народного господарства, а в особливий період – для укриття людей. В районах близько від радіаційних і хімічних небезпечних об'єктів сховища для використання в інтересах народного господарства не використовуються. Під сховища можуть використовуватися також деякі підвальні та інші заглиблені приміщення, які придатні для цих цілей.

Сховища, що призначенні для захисту людей, повинні відповідати наступним санітарним гігієнічним умовам:

- концентрація вуглекислого газу 1 %, не більше (гранично допустима концентрація 3 %);
- відносна вологість 70 %, не більше (гранично допустима 80 %);
- температура повітря 23 °С, не вище (гранично допустима 31 °С) .

Об'ємно-планувальне рішення. Приміщення сховища розділяються на основні (приміщення для укриття людей, тамбури-шлюзи, тамбури) і допоміжні (приміщення для розміщення обладнання систем фільтровентиляції, електрозабезпечення, водозабезпечення і каналізації). В сховищах передбачаються захисні входи і виходи. Приклади об'ємнопланувального рішення вбудованого і окремо розташованого сховища наведені на рисунках 13.1, 13.2.

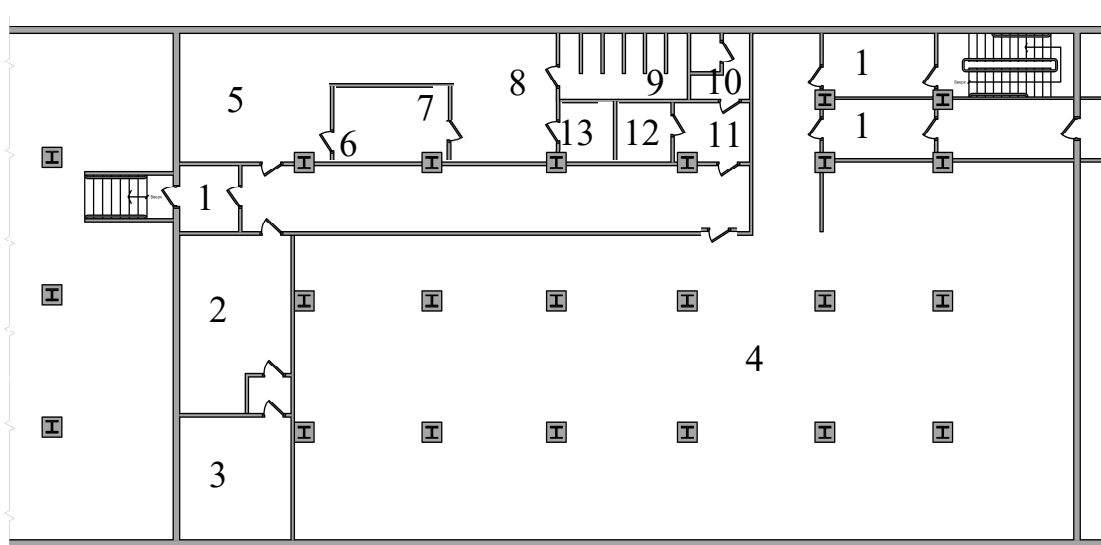


Рисунок 13.1 – Об'ємно-планувальне рішення вбудованого сховища:
1 – тамбури і шлюзи; 2 – приміщення фільтровентиляційних установок;
3 – дизельна; 4 – підсобні виробничі приміщення (приміщення для

укривання людей); 5 – чоловічий гардероб робочого одягу; 6 – передня душової; 7 – чоловіча душова; 8 – чоловічий гардероб домашнього одягу; 9 – чоловічий туалет; 10 – жіночий туалет; 11 – жіночий гардероб робочого і домашнього одягу; 12 – передня душової; 13 – жіноча душова.

Норма площі полу основних приміщень для одної людини складає не менше 0,4–0,5 м², а використання сховищ в мирний час для виробничих потреб повинна складати не більш 40 % загальної площі сховища. Об'єм приміщень на одну людину повинний бути не менш як 1,5 м³.

Приміщення для укриття людей оборудуються нарами для сидіння розміром 0,45х0,45 м, для лежання 0,55х1,8 м – на одну людину), ширина проходу між нарами повинна бути 0,7–0,85 м, а ширина прохідного проходу в сховищі повинна мати наступні розміри 0,9–1,2 м.

Розміри приміщення для фільтровентиляційного обладнання визначається його габаритами і площею необхідною для його обслуговування.

Дизельна електростанція розташовується у зовнішньої стіни сховища і відділяється від інших приміщень не горючою стіною з величиною вогнестійкості, яка дорівнює 1 часу. Вхід у ДЕС з сховища обладнується тамбуром з двома герметичними дверима, що відкриваються в сторону сховища.

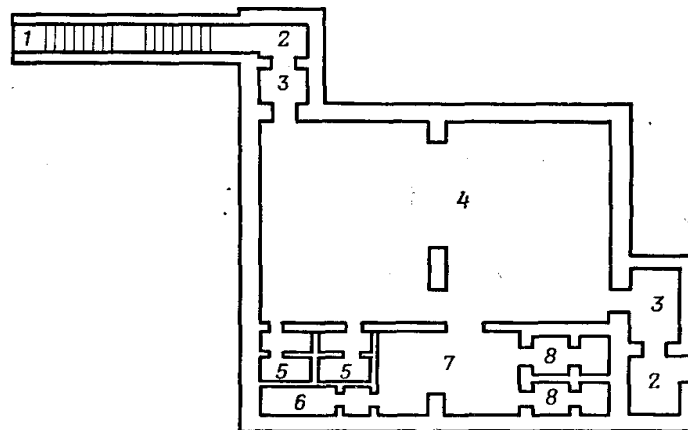


Рисунок 13.2 – Об'ємно-планувальне рішення окремо розташованого сховища:
1 – нахилені входи; 2 – предтамбури; 3 – тамбури; 4 – приміщення для укриття людей; 5 – туалети; 6 – насосна фекальних вод; 7 – вентиляційна камера;
8 – камери забору повітря

Санітарні вузли: для осіб – 1 очко і 1 пісуар на 150 осіб; для жінок – 1 очко на 75 осіб; один умивальник на кожні 200 осіб, але не менше одного на санітарний вузол.

Конструктивні рішення.

Основними конструктивними елементами сховищ є: огорожуючі конструкції (зовнішні стіни, перекриття, фундамента плита), внутрішні конструкції (стіни, колони), елементи входів і аварійних виходів, захисні устрої

в проїмах (захисні герметичні двері і ставні), захисні устрої в технологічних проїмах і вводах інженерних комунікацій

Несучі конструкції розраховуються на дію повітряної хвилі ядерного (звичайного) вибуху у відповідності з класом сховища. Маса 1 м² огорожуючих конструкцій повинна бути для сховищ 1-111 класів не менш 1500 кг, а для інших класів не менш 1100 кг. В масу перекриття включається маса встановленого обладнання (не більш 200 кг на 1 м² займаної площі), а також маса шару ґрунту на перекритті.

Залізобетонні перекриття вбудованих сховищ повинні мати термоізоляційний шар, товщина якого визначається у відповідності з таблицею (табл. 13.29).

Входи в сховища і аварійні виходи. Вхід складається з спуску сходів або пандусу, переднього тамбуру, тамбуру (тамбур шлюзу) і входних отворів з дверми. Кількість входів залежить від місткості сховищ і кількості людей, що приходяться на один вхід (табл. 13.30). При місткості сховища до 300 осіб допускається робити один вхід і аварійний евакуаційний вихід з висотою двері 1,8 м. Мінімальні розміри дверних отворів в сховищах наведені в таблиці 13.31.

Таблиця 13.29 – Товщина термоізоляційного шару

Термоізоляційний матеріал	Товщина залізобетонних стін і перекриття			
	40 см	30 см	20 см	10 см
Шлак котельний або доменний	10	15	20	30
Шлакобетон	12	20	25	35
Бетон важкий	20	30	40	50
Ґрунт	25	35	45	55

Таблиця 13.30 – Кількість осіб, що приходяться на один вхід

Ширина входу, м	Кількість осіб, що приходяться на один вхід при радіусі збору	
	До 200 м	До 500 м
0,8	300	200
1,2	450	300
1,8	650	450
2,2	800	550
3,0	1 000	750

Таблиця 13.31 – Мінімальні розміри дверних отворів

Ширина отвору, см	60		80	120	
Позначення розмірів	Тип дверного полотна				
	Циліндричне та плоске	Циліндричне	Плоске	Циліндричне	Плоске
a	120	160	140	240	200
d	70	100	80	160	120
b	110	140	140	170	170
l	100	110	110	130	130

Для забезпечення пропуску людей після сигналу цивільної оборони на закриття дверей при входах в сховище створюються одно- або двокамерні тамбури-шлюзи.

Захист входів та інших отворів в сховищах виконується шляхом встановлення типових захисних герметичних і герметичних дверей, воріт і ставень та устроїв проти вибухів.

Герметизація і гідроізоляція. Герметизація сховищ виконується для виключення проникнення всередину сховищ отруйних речовин, радіоактивної пилі, біологічних аерозолів, газоподібних продуктів горіння при пожежах і затікання повітряної ударної хвилі, а гідроізоляція – для виключення проникнення ґрунтових і поверхневих вод.

Приміщення, які пристосовуються під сховища, повинні мати герметичність, при якій величина підпору p в залежності від кратності повітрообміну K в них при герметичних отворах і закритих клапанах вентиляційної системи повинна бути не нижче показників (табл. 13.32):

Таблиця 13.32 – величина підпору p в залежності від кратності повітрообміну K

K	0,15	0,5	1,0
P (кгс/см ²)	4,5	10	24

За внутрішню межу герметизації сховища приймається внутрішня поверхня огорожуючих конструкцій і перші з сторони приміщень герметичні устрої (двері, клапани, ставні тощо).

В приміщеннях, які пристосовуються під сховища при режимі фільтровентиляції, повинен забезпечуватися експлуатаційний підпір повітря не менше 5 кгс/см².

Вентиляція і опалення. Сховища оборудуються механічними системами припливної і припливно-витяжної вентиляції для підтримання допустимих тепловологих і газових параметрів повітря на протязі всього часу перебування в них людей (табл. 13.33–13.35).

Система вентиляції сховищ повинна забезпечувати нормальну її роботу по режиму чистої вентиляції на протязі 48 годин і в режимі фільтровентиляції 12 годин.

В сховищах, що розташовані в зонах можливих масових пожеж або сильної загазованості території шкідливими речовинами від вторинних факторів, передбачається режим повної ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря з розрахунковою тривалістю режиму на протязі 6 годин.

В систему вентиляції входять окремі забірні канали повітря для різних режимів, проти вибухові устрої з розширювальними камерами, що встановлюються на забірних і витяжних каналах, фільтри проти пилу, фільтри-поглиначі, вентилятори, розвідна система, герметичні клапани, витяжний канал (в сховищах, які обладнані для роботи в режимі повної ізоляції, окрім того засоби регенерації) і теплоємний фільтр (табл.13.36–13.39).

В сховищах малої і середньої місткості використовують, зазвичай, фільтровентиляційні агрегати ФВА-49.В комплект ФВА-49 входять: електроручний вентилятор ЕРВ-49, колонка із 3-х ФП-100, здвоєний герметичний клапан, витратомір, з'єднувальні і закріплювальні деталі. Один агрегат ФВА-49 забезпечує подачу повітря в кількості 300 м³/г при режимі чистої вентиляції.

Таблиця 13.33 – Гранично допустимі параметри повітря в сховищах

Параметри	В районах з $t_n < 25^\circ\text{C}$			В районах з $t_n > 25^\circ\text{C}$		
	Чиста вентиляція	Фільтро- вентиляція	Регенерація	Чиста вентиляція	Фільтро- вентиляція	Регенерація
Температура, $^\circ\text{C}$	27–28	29–30	До 31	28–30	30–31	До 32
Відносна вологість, %	80–85	До 90	До 90	75–90	До 90	До 90
Ефективна температура, $^\circ\text{C}$	27	29	29,5	28	30	30,5
Вміст кисню, %	19–20	19	18–19	19–20	19	18–19
Вміст вуглекис- лого газу, %	1	2	3	1	2	3

Таблиця 13.34 – Норми подачі повітря в сховище

Розрахункові параметри зовнішнього повітря		Кількість повітря на одну людину, м³/г	
Температура, °С	Тепловиділення, ккал/г	При режимі чистої вентиляції	При режимі фільтровентиляції
До 20	До 10,5	7	2
20–25	10,5–12,5	10	2
25–30	12,5–14	14	Розрахунком (до 8)
Більше 30	Більше 14	20	

Таблиця 13.35 – Розрахункові значення тепло-, волого- і газовиділення одною людиною в сховищі (стан покою)

Найменування	Одиниця виміру	Розрахункова величина
Тепловиділення	ккал./год.	100
Волого виділення	г/год.	70
Виділення вуглекислого газу	л/год.	20
Використання кисню	г/год.	25

Таблиця 13.36 – Основні характеристики фільтрів-поглиначів

Характеристика	Фільтри-поглиначі			
	ФП – 100У	ФП – 100/50	ФП – 300-69	ФПУ-200
Продуктивність за повітрям, м³/г	100	100	300	100–200
Аеродинамічний опір, мм вод. ст.	50	55	85	55
Діаметр корпусу, мм	550	445	580	455
Висота корпусу, мм	550	445	580	455
Діаметр входних отворів, мм	100	100	200	125

Таблиця 13.37 – Характеристика масляного фільтра типа «РЕКК»

Показники	Модель «Б»	Модель «М»
Продуктивність за повітрям, м ³ /г	1500	1 500
Аеродинамічне опір, мм вод. ст.	12	8
Коефіцієнт очищення при фракційному складу пилу більше 10 мк, %	97	97
Габаритні розміри, мм	520x520x100	520x520x50
Кількість сіток	18	12

Таблиця 13.38 – Основні характеристики регенеративної установки РУ 150/6

Основні характеристики	Показники
Продуктивність по СО ₂ і О ₂	Одна установка на 150 осіб
Час роботи комплекту	Не менше 7 годин
Номінальний розхід повітря, м ³ /год.	150–225
Маса, кг	До 50
Займана площа, м ²	Не більше 600
Габаритні розміри (довжина/ширина/висота), мм	1555x840x1785
Площа, яка необхідна для обслуговування при експлуатації, м ²	Не менше 9,6
Максимальна температура повітря, що виходить із регенеративних патронів, °С	До 200
Комплектація:	
Ящиків з патронами РП-2	6
Ящиків з деталями	1
Ящиків з інструментом	1
Ящиків з рамою	1

Таблиця 13.39 – Основні характеристики устроїв проти вибухів

Основні характеристики	Типи устроїв проти вибухів		
	МЗС	УЗС-8	УЗС-25
Номінальний розхід повітря, м ³ /год.	1500	8000	25000
Аеродинамічний опір, кгс/м ²	25	15	15
Кількість секцій в устрою, шт.	1	1	3
Габаритні розміри (довжина/ширина/ висота), мм	385x345x305	750x695x 215	2200x815x 360

Продовження таблиці 13.39

Об'єм розширювальної камери, м ³	0,5	2	6
Перетин каналу за ФВУ при довжині 3–4 м, м ²	0,18	0,63	2
Маса, кг	18	75	310

Завдяки тому, що ФВУ нагнітає в сховище повітря, а сховище у визначеній ступені герметично, всередині нього створюється повітряний підпор, що звичайно забезпечує повну герметичність сховища.

В районах масових пожеж низький стан кисню і підвищений стан вуглекислого газу в атмосфері повітря не дозволяє використовувати це повітря для використання в режимі фільтровентиляції. В цьому випадку виникає необхідність переведу сховища на режим повної ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря.

На режим повної ізоляції сховище переводиться також при невідому складі СДОР, при наявності в зовнішньому повітрі низько киплячих і у яких погана сорбція органічних речовин (метану, етану і інших), при високих концентраціях багатьох СДОР.

В таких сховищах приміщення для укриття людей повинні мати підвищену герметичність при режимі повної ізоляції, щоби повністю виключити доступ в сховище зовнішнього повітря.

Регенерація внутрішнього повітря в сховище може проводитися за допомогою регенеративних патронів РП-100 або регенеративних установок конвекційного типу. Принцип роботи регенеративного патрону заключається в тому, що повітря, яке проходить через патрон, очищується від вуглекислого газу, який вступає в реакцію з хімічним вбирачем, наприклад, який має гідрат окислу кальцію. Реакція протікає з виділенням водяного пару і тепла.

Регенеративні патрони, з таким вбирачем тільки поглинають вуглекислий газ, а недостаток кисню поповнюється за рахунок кисню, що зберігається в кисневих балонах. Кисень із балонів подається в вентиляційну систему через редуктор.

Більш вдосконаленими засобами регенерації повітря є регенеративні установки конвекційного типу, дія яких заснована на використанні надперекислих сполук натрію або калію, які забезпечують одночасне поглинання вуглекислого газу і виділення кисню.

Для забезпечення порядку і експлуатації обладнання в сховищі назначається черговий (комендант) і ланка обслуговування, які спостерігають за роботою фільтровентиляційної установки і порядком в сховищі, за підпором і чистотою повітря, при проникненні РР, ОР або СДОР.

Для захисту особового складу військ і сил ЦО від СДОР та інших шкідливих домішок велике значення має використання об'єктів колективного захисту (фортифікаційні споруди, рухомі об'єкти озброєння і воєнної техніки, що обладнанні засобами колективного захисту).

Для обладнання фортифікаційних споруд використовуються фільтровентиляційні агрегати ФВА-100/50 і ФВА-50/25 в комплект яких входять ФП-100/50 (ФП-50/25), вентилятори електродвигуном, вентиляційний захисний устрій, витратомір повітря, засіб для продування тамбурів і засоби герметизації.

Для обладнання спеціальної техніки сил ЦО фільтровентиляційними установками використовуються малогабаритні ФПТ-100М (ФПТ-200М), фільтровентиляційні автомобільні установки ФВУА-100 (попередній фільтр ПФА-75М, фільтровбирач ФПТ-200М і електровентилятор).

Для захисту особового складу сил ЦО від СДОР, аерозолів і радіоактивного пилу на об'єктах спеціальної техніки без герметизації використовуються фільтро-вентиляційні установки колекторного типу ФВУ-3,5, ФВУ-7, ФВУ-15 і ФВУА-15 до складу яких входять: електровентилятор, фільтровбирач (ФП-3,5, ФП-7 або ФП-15), колектор з роздавальними рукавами, герметичні клапани, спеціальні сумки та інші комплектуючі деталі.

За допомогою ФВУ колекторного типу можна забезпечити захист: ФВУ-3,5 – одної людини, ФВУ-7 – двох, ФВУ-15 – трьох-чотирьох, ФВУА-15 – двох-трьох осіб.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Радіаційний, хімічний та біологічний захист. курс лекцій / В. В. Барбашин, О. І. Вальченко О. М. Ігнат'єв, А. В. Ромін. – Харків : НУЦЗУ, 2010 р. – 63 с.
2. Аварійно хімічно небезпечні речовини: навчальний посібник. – Київ : НВФ «Приватінформ», 2003. – 125 с.
3. Методичні рекомендації щодо виявлення і оцінки радіаційної ситуації при аваріях на радіаційно-небезпечних об'єктах / В. В. Барбашин, Г. В. Фесенко, А. В. Ромін та ін. – Харків : УЦЗУ, 2007 р. – 24 с.
4. Методичні рекомендації щодо прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин на промислових об'єктах і транспорті / В. В. Барбашин, Г. В. Фесенко, А. В. Ромін та ін. – Харків : УЦЗУ, 2007 р. – 56 с.
5. Про затвердження Правил вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання : Наказ Держгірпромнагляду України від 28.12.2007 р. № 331 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0285-08>.
6. Про затвердження Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97) : Наказ МОЗ України від 14.07.97 р. № 208 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=852>.
7. Норми радіаційної безпеки України. Доповнення : Радіаційний захист від джерел потенціального опромінення (НРБУ-97/Д-2000). Затверджені Постановою Головного санітарного лікаря України 12.07.2000 р. № 116 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?code=v0116488-00>.
8. Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку : Закон України від 08.02.1995 р. № 39 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/39/95-вр>.

Навчальне видання

**БАРБАШИН Віталій Валерійович,
РОСОХА Володимир Омелянович,
АБРАКІТОВ Володимир Едуардович**

ЗАХИСТ У НАДЗИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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 *В. В. Барбашин*

План 2019, поз. 85Л.

Підп. до друку 27.11.2019. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 12,6.

Тираж 50 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.