

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет оперативно-рятувальних сил

(назва факультету/підрозділу)

Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології

(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри СХХТ



(підпис)

Євген СЛЕПУЖНІКОВ

(Власне ім'я ПРИЗВИЩЕ)

24 червня 2024 року

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

**з дисципліни**

**«Радіаційний, хімічний та біологічний захист»**

з підготовки здобувачів вищої освіти

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

галузь знань 26 «Цивільна безпека»,

спеціальність 263 «Цивільна безпека»,

освітньо-професійні програми «Цивільний захист»,

«Охорона праці»

Розробили

начальник кафедри СХХТ,  
кандидат технічних наук, доцент  
Євген СЛЕПУЖНІКОВ

професор кафедри СХХТ,  
доктор технічних наук, професор  
Олександр КІРЄЄВ

викладач кафедри СХХТ,  
Наталія ЛИСАК

Розглянуто і ухвалено за засіданні кафедри СХХТ

24 червня 2024 р., протокол №15

2024 рік

## ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. Радіаційний захист населення та заходи радіаційного захисту. Реагування на ядерний вибух.....	4
Тема 1.1. Законодавство у сфері цивільного захисту та у сфері захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання.....	4
Тема 1.2. Природа радіації. Види іонізуючих випромінювань.....	13
Тема 1.3. Фізична, хімічна і біологічна дія іонізуючих випромінювань. Захист від дії радіаційного випромінювання.....	30
Тема 1.4. Уражальні чинники ядерного вибуху.....	43
Тема 1.5. Екстрене реагування на ядерний вибух, зонування місця події.....	55
Тема 1.6. Оповіщення громадськості та комунікація.....	72
Тема 1.7. Укриття та евакуація населення.....	83
Тема 1.8. Виявлення та оцінка радіаційної обстановки. Організація та здійснення дозиметричного контролю.....	90
Тема 1.9. Санітарна (деконтамінаційна) обробка населення та дезактивація.....	102
РОЗДІЛ 2. Хімічний та біологічний захист населення та заходи захисту. Захист населення від зброї масового ураження (хімічної та біологічної зброї).....	122
Тема 2.1. Законодавство у сфері цивільного захисту та у сфері забезпечення хімічної безпеки щодо організації та здійснення заходів хімічного захисту.....	122
Тема 2.2. Бойові отруйні речовини, їх класифікація, фактори ураження бойовими отруйними речовинами.....	149
Тема 2.3. Індивідуальний захист персоналу ДСНС при застосуванні бойових отруйних речовин та небезпечних хімічних речовин в умовах збройного конфлікту.....	164
Тема 2.4. Виявлення та оцінка хімічної обстановки. Організація та здійснення хімічного контролю.....	185

Тема 2.5. Маркування небезпечних речовин.....	200
Тема. 2.6. Відбір проб небезпечних речовин.....	215
Тема 2.7. Біологічні агенти. Характеристика, властивості, небезпека.....	228
Тема 2.8. Реагування на біологічні загрози.....	258
Тема 2.9. Засоби безпеки під час аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт у зоні біологічного забруднення.....	269
Тема 2.10. Деконтамінація постраждалих внаслідок дії хімічних, радіаційних чинників та біологічних агентів.....	282

## РОЗДІЛ 1

# РАДІАЦІЙНИЙ ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ТА ЗАХОДИ РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ. РЕАГУВАННЯ НА ЯДЕРНИЙ ВИБУХ

**Тема 1.1. Законодавство у сфері цивільного захисту та у сфері захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання**

### План

1. Законодавство у сфері цивільного захисту.
2. Правове регулювання захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання.
  - 2.1. Нормативна база.
  - 2.2. Основні ліміти доз опромінення населення.
  - 2.3. Захист людини від впливу іонізуючого випромінювання.
  - 2.4. Компенсація та відшкодування шкоди.

#### **1. Законодавство у сфері цивільного захисту.**

Основними правовими актами у сфері цивільного захисту в Україні є **Конституція України та Кодекс Цивільного захисту України.**

Так, Кодексом Цивільного захисту населення України, регулюються відносини, пов'язані із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, реагуванням на них, функціонуванням єдиної державної системи цивільного захисту, та визначаються повноваження органів державної влади, органів місцевого самоврядування, права та обов'язки громадян України, іноземців та осіб без громадянства, підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності.

Зокрема, розділом IV даного Кодексу визначено порядок захисту населення та територій від надзвичайних ситуацій, визначено першочерговий алгоритм дій у разі загрози або у разі виникнення таких ситуацій, визначено

заходи і засоби щодо їх запобігання та усунення, визначено види захисту населення і територій у надзвичайних ситуаціях, закріплено необхідність навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях як обов'язок формування культури безпеки життєдіяльності населення як способу підвищення рівня безпеки.

## **2. Правове регулювання захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання.**

Кожна людина, яка проживає або тимчасово перебуває на території України, має право на захист від впливу іонізуючого випромінювання. Це право забезпечується здійсненням комплексу заходів щодо запобігання впливу іонізуючого випромінювання на організм людини вище встановлених лімітів доз опромінення, компенсацією за перевищення встановлених дозових меж опромінення та відшкодуванням шкоди, заподіяної внаслідок впливу іонізуючого випромінювання(стаття 3 Закону України "Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання" (далі - Закон).

Громадяни України та їх об'єднання мають право на отримання інформації щодо рівнів опромінення людини та заходів захисту від впливу іонізуючого випромінювання в місцях їх проживання чи роботи від відповідних органів виконавчої влади, до відання яких належать функції захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання згідно з законодавством України.

### **2.1. Нормативна база.**

- Закон України "Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання"
- Закон України "Про систему громадського здоров'я"
- Норми радіаційної безпеки України (НРБУ - 97), затвержені постановою Головного санітарного лікаря України від 01 грудня 1997 року № 62

- Доповнення до Норм радіаційної безпеки України, затверджені постановою Головного санітарного лікаря України від 12 липня 2000 року № 116
- Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02 лютого 2005 року № 54 "Про затвердження державних санітарних правил "Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України"
- Державні санітарні правила і норми "Гігієнічні вимоги до влаштування та експлуатації рентгенівських кабінетів і проведення рентгенологічних процедур", затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 04 червня 2007 року № 294

## **2.2. Основні ліміти доз опромінення населення.**

Ліміт ефективної дози опромінення осіб з населення становить 1 мілізіверт на рік від усіх дозволених видів практичної діяльності (частина перша статті 5 Закону).

Ліміти доз індивідуального опромінення осіб з населення та критерії щільності забруднення ґрунтів на території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, визначаються законодавством.

Ліміт ефективної дози професійного опромінення становить 20 мЗв за будь-який окремий рік. Дозволяється встановлення ефективної дози професійного опромінення до 50 мЗв на рік, за умови що середня річна доза протягом будь-яких п'яти послідовних років, у тому числі років з перевищенням ліміту, становить не більше 20 мЗв.

Для стажерів та здобувачів освіти віком 18 років і старше, які під час навчання працюють з джерелами іонізуючого випромінювання, застосовуються ліміти ефективної та еквівалентної доз професійного опромінення, встановлені відповідно до частини першої статті 6 Закону.

Для стажерів та здобувачів освіти віком від 16 до 18 років, які під час навчання працюють з джерелами іонізуючого випромінювання:

- ліміт еквівалентної дози професійного опромінення для шкіри становить 50 мЗв на рік. Це обмеження застосовується до усередненої дози для 1 сантиметра квадратного шкіри, незалежно від того, яку ділянку шкіри опромінено;
- ліміт еквівалентної дози професійного опромінення для кінцівок становить 50 мЗв на рік.

Для вагітних жінок, які працюють в умовах впливу іонізуючого випромінювання та належать до персоналу, роботодавець забезпечує умови праці, за яких ефективна доза професійного опромінення не перевищує 1 мЗв за весь період вагітності.

Жінки, які здійснюють грудне вигодовування дитини, не залучаються до робіт, під час яких можливе потрапляння радіонуклідів до організму людини. Такі умови праці мають бути забезпечені з моменту повідомлення роботодавця про вагітність та/або про здійснення грудного вигодовування дитини протягом усього їх періоду.

Медичні та інші працівники, здобувачі освіти, які працюють з джерелами іонізуючого випромінювання, мають бути поінформовані роботодавцем про ризики для здоров'я, з якими пов'язана їхня робота, про загальні процедури радіаційного захисту та запобіжні заходи, яких необхідно вжити під час перебування на робочому місці з метою запобігання негативному впливу іонізуючого випромінювання, а також про алгоритм вжиття невідкладних заходів у разі виникнення радіаційної аварії.

Дія цієї статті поширюється також на осіб, які виконують тимчасову роботу, пов'язану з використанням джерел іонізуючого випромінювання.

Основні принципи регламентації дозових навантажень:

- не перевищувати встановленої дозової межі;
- виключити будь-яке необґрунтоване опромінення;
- знижувати дози опромінення до можливого найнижчого рівня, враховуючи економічні та соціальні фактори.

Норми радіаційної безпеки України (НРБУ - 97), затверджені постановою Головного санітарного лікаря України від 01 грудня 1997 року № 62 (далі - Норми), є основним документом, що встановлює систему радіаційно-гігієнічних регламентів для забезпечення прийнятих рівнів опромінення, як для окремої людини, так і суспільства взагалі.

Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України, затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 02 лютого 2005 року № 54, встановлюють такі категорії осіб, які зазнають опромінення:

◆ Категорія А (персонал) – особи, які постійно, чи тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючих випромінювань.

◆ Категорія Б (персонал) – особи, які безпосередньо не зайняті роботою з джерелами іонізуючих випромінювань, але у зв'язку з розташуванням робочих місць в приміщеннях та на промислових майданчиках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть отримувати додаткове опромінення.

◆ Категорія В – все населення.

В реальних умовах різні органи або тканини людини опромінюються неоднаково. Особливо це проявляється при попаданні радіоактивних речовин всередину організму, оскільки різні радіонукліди по-різному розподіляються по органах і тканинах людини. Враховуючи ці обставини, а також різну радіочутливість різних органів і тканин людини нормування радіаційного фактора ведеться для трьох груп критичних органів.

**Критичний орган** - тканина або частина тіла, опромінення якого в даних умовах нерівномірного опромінення може завдати найбільшої шкоди здоров'ю даної особи або потомства.

Групи критичних органів:

I група: гонади і червоний кістковий мозок;

II група: м'язи, легкі, щитовидна залоза, шлунково-кишковий тракт, кришталік ока й інші органи, за винятком тих, що належать до I і III груп;



III група - шкірний покрій, кісткова тканина, кисті рук, передпліччя, гомілки та стопи.

**Основні дозові межі (ліміт ефективної дози) для категорій осіб, які зазнають опромінювання, становлять:**

- Категорія А – 20 мЗв (2 бер) за рік;
- Категорія Б – 2,0 мЗв (0,2 бер) за рік;
- Категорія В – 1,0 мЗв (0,1 бер) за рік.

З лімітом дози порівнюється сума ефективних доз опромінення від усіх індустриальних джерел випромінювання.

До цієї суми не включають:

- дозу, яку одержують від природних джерел випромінювання;
- дозу опромінення від техногенно-підсилених джерел природного походження;
- дозу, яку одержують при медичному обстеженні або лікуванні;
- дозу, що пов'язана з аварійним опроміненням населення (підпункт 5.1.3 пункту 5 Норм радіаційної безпеки України (НРБУ - 97), затвержені постановою Головного санітарного лікаря України від 01 грудня 1997 року № 62).

Заходи щодо укриття людей застосовуються, якщо протягом перших двох тижнів після аварії очікувана сукупна ефективна доза опромінення може перевищити 5 мілізівертів.

Йодна профілактика застосовується у разі, якщо очікувана поглинута доза опромінення щитовидної залози від накопиченого в ній радіоактивного йоду може перевищити 50 мГр (5 рад) для дітей або 200 мілігрей для дорослих (стаття 8 Закону ).

Тимчасова евакуація людей здійснюється у разі, якщо протягом перших двох тижнів після аварії ефективна доза опромінення може досягти рівня 50 мілізівертів.

Під час виконання аварійних робіт максимальне накопичення дози не повинне перевищувати 25 рад (для персоналу) та 10 рад (для населення).

### **2.3. Захист людини від впливу іонізуючого випромінювання.**

Юридичні особи та фізичні особи - підприємці, які здійснюють практичну діяльність, зобов'язані:

1. здійснювати систематичний контроль за радіаційним станом робочих місць, приміщень, території, в санітарно-захисних зонах та зонах спостережень, а також за викидами і скидами радіоактивних речовин;
2. розробляти обґрунтування додержання норм радіаційної безпеки щодо нової (модернізованої) продукції, матеріалів і речовин, технологічних процесів і виробництв;
3. планувати і проводити заходи щодо забезпечення захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання;
4. здійснювати контроль і облік індивідуальних доз опромінення персоналу та щорічну передачу інформації про отримані дози до Державного реєстру джерел іонізуючого випромінювання та індивідуальних доз опромінення;
5. організовувати проведення періодичних медичних оглядів персоналу;
6. регулярно інформувати персонал щодо рівнів іонізуючого випромінювання на робочих місцях та значення отриманих ним доз опромінення;
7. своєчасно інформувати органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування, органи державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки щодо виникнення аварійних ситуацій, порушень технологічних регламентів, які створюють загрозу для безпеки людини;
8. забезпечувати реалізацію прав громадян та їх об'єднань на надання інформації щодо стану захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання (стаття 13 Закону).

Юридичні та фізичні особи - підприємці, які здійснюють практичну діяльність, забезпечують постійну готовність до реагування на аварійні ситуації і радіаційні аварії та до ліквідації наслідків радіаційних аварій згідно з вимогами норм і правил з ядерної та радіаційної безпеки, інших нормативно-

правових актів та умов отриманих відповідно до закону документів дозвільного характеру.

Захист людини від впливу іонізуючого випромінювання під час медичного опромінення здійснюється з дотриманням принципу оптимізації, що означає підтримку доз опромінення на максимально низькому рівні, якого можливо досягти з урахуванням соціальних та економічних факторів, та полягає у керуванні дозою опромінення пацієнта.

Доза опромінення, отримана пацієнтом при медичному втручанні, повинна реєструватися, а інформація щодо дози опромінення повинна зберігатися в архівах медичних установ **протягом 50 років**, а по закінченні зазначеного строку передаватися до Національного архівного фонду.

Пацієнту надається на його вимогу повна інформація про очікувану чи отриману ним дозу опромінення та про можливі його наслідки.

Пацієнт має право відмовитися від медичного втручання, пов'язаного з його опроміненням, за винятком, коли таке втручання пов'язане з виявленням небезпечних інфекційних захворювань (стаття 17 Закону).

#### **2.4. Компенсація та відшкодування шкоди.**

Компенсація за перевищення ліміту доз опромінення надається особам, які проживають або тимчасово перебувають на території України, у випадках:

- опромінення, зумовленого впливом практичної діяльності;
- помилкового або неправомірного опромінення пацієнтів при медичному втручанні;
- вимушеного споживання забруднених радіонуклідами продуктів харчування та питної води;
- радіаційно небезпечних умов проживання, праці та навчання.

Компенсація за перевищення ліміту доз опромінення встановлюється у розмірі 1,2 неоподаткованого мінімуму доходів громадян за кожний мілізіверт перевищення встановленої цим Законом допустимого ліміту дози опромінення. (стаття 19 Закону).

Підставою для виплати компенсації особам за перевищення ліміту доз опромінення є зафіксований районним (міським) дозовим реєстром опромінення факт перевищення річної основної дозової межі опромінення не з власної вини особи.

Відшкодуванню підлягає шкода, заподіяна внаслідок впливу іонізуючого випромінювання життю, здоров'ю та майну людей, а також майну фізичних осіб - підприємців та юридичних осіб. У разі смерті особи, що настала внаслідок впливу іонізуючого випромінювання, право на відшкодування шкоди мають особи, які перебували на утриманні померлого або мали на день його смерті право на одержання від нього коштів на утримання, а також дитина померлого, яка народилася після його смерті. Підставою для відшкодування шкоди, заподіяної впливом іонізуючого випромінювання, є встановлення факту заподіяння такої шкоди згідно з законодавством України.

Виплата компенсації за перевищення лімітів доз опромінення та відшкодування шкоди, заподіяної внаслідок впливу іонізуючого випромінювання, забезпечуються за рахунок коштів та/або майна юридичних та фізичних осіб, внаслідок практичної діяльності яких допущено таке перевищення.

Спори щодо виплат компенсації за перевищення лімітів доз опромінення та відшкодування шкоди, заподіяної внаслідок впливу іонізуючого випромінювання, розглядаються в судовому порядку.

## Тема 1.2. Природа радіації. Види іонізуючих випромінювань

### План

1. Основні терміни і визначення. Природа радіації.
2. Кількісні характеристики іонізуючих випромінювань. Дозиметрія іонізуючих випромінювань.
3. Одиниці вимірювання радіоактивних випромінювань.
4. Аварії з викидом радіоактивних речовин у навколишнє середовище.

### 1. Визначення та природа іонізуючого випромінювання.

*Радіація (від латинського слова radio- випромінюю)* являє собою випромінювання, яке йде від якого-небудь тіла. Світло, радіохвилі – усі вони відрізняються довжиною хвилі, вірніше, визначеним діапазоном довжини хвиль. Чим коротше довжина хвилі, тим більшу енергію переносить випромінювання. Енергію цих хвиль прийнято вимірювати в електрон-вольтах (eВ). У таких одиницях світлові хвилі, що виникають під час взаємодії молекул, які ми сприймаємо за допомогою зору, мають енергію близько 2 eВ.

Ядерні випромінювання виникають під час перетворення атомних ядер, і їхньої енергії значно більше – у сотні тисяч і навіть мільйони разів! Наприклад, радіоактивний цезій-137 випускає гамма-кванти з енергією 661 кілоелектронвольт (keВ).

*Іонізуюче випромінювання (ІВ)* – випромінювання, енергії якого достатньо для іонізації середовища, що опромінюється.

*Іонізація* – це процес поділу електрично нейтрального атома на дві протилежно заряджені частинки: негативний електрон і позитивний іон.

Випромінювання виходить як від природних, так і штучних (антропогенних) джерел іонізуючої радіації. Усе населення Землі піддається дії радіаційного фону (РФ) того, що має відносно постійний рівень.

**Під радіаційним фоном (РФ) прийнято розуміти:**

- іонізуючі випромінювання від природних джерел космічного і природного походження;
- штучно розсіяні у біосфері радіонукліди як результат діяльності людини.

**Розрізняють:**

- **природний радіаційний фон (ПРФ)**, який є іонізуючими випромінюваннями, що діють на людину на поверхні Землі від природних джерел космічного і земного походження;

- **технологічно змінений природний радіаційний фон (ТЗПРФ)** є іонізуючим випромінюванням від природних джерел, що зазнали певні зміни в результаті діяльності людини. Наприклад: випромінювання від природних радіонуклідів, що поступають у біосферу разом з витягнутими з надр Землі корисними копалинами; в результаті вступу в довкілля продуктів згорання органічного палива;

- **випромінювання в приміщеннях, побудованих з матеріалів, що містять природні радіонукліди;**

- з початком ширшого випробування ядерної зброї, а також забруднення в результаті аварій і експлуатації ядерних об'єктів, виникло глобальне забруднення довкілля **штучними радіонуклідами.**

Мірою радіаційного фону є **потужність поглиненої дози**. Оцінюючи радіаційний фон на місцевості (рівень радіаційного фону) вимірюють потужність поглиненої дози в повітрі на висоті 100 см. від поверхні землі (відповідає центру тіла дорослої людини).

**Природний радіаційний фон** є основним компонентом радіаційного фону, природні джерела іонізуючого випромінювання, що формують природний радіаційний фон підрозділяються на:

- позаземні зовнішні космічні випромінювання;
- зовнішні земного походження, тобто радіонукліди, присутні в земній корі, воді, повітрі;

- внутрішні, радіонукліди природного походження, що накопичуються в організмі людини.

Сонце можна порівняти з величезним термоядерним реактором або вируючим котлом, яке викидає у бік Землі потужний потік:

- короткохвильового електромагнітного випромінювання, досягає Землі за 8 хвилин;

- плазми («сонячний вітер»), досягає Землі через дві доби;

- космічних променів, досягають Землі через декілька годин. Крім того, вони поступають на Землю зі Всесвіту.

**Космічні промені** є потоком ядерних часток, що падають на земну поверхню.

Це, так зване **первинне космічне випромінювання**, що складається з: протонів 92%; альфа часток 7%; атомів літію, вуглецю, азоту і кисню 1%.

При попаданні космічних часток в атмосферу відбувається їх взаємодія з атомами і молекулами атмосфери. Виникає **вторинне космічне випромінювання**.

У екзосфері і стратосфері частина енергії первинного космічного випромінювання стикається з ядрами атмосферного азоту, кисню, аргону і виникає високе енергетичне світіння (на висоті близько 30 км.).

У міру наближення до поверхні Землі інтенсивність космічних часток первинного випромінювання знижується, інтенсивність вторинного випромінювання на висоті 20-30 км досягає максимуму.

**Природна радіоактивність** обумовлена радіоактивними ізотопами природного походження присутніми в усіх оболонках Землі: літосфері, гідросфері, атмосфері і біосфері.

Радіоактивні елементи Землі умовно можна розділити на три групи:

- радіоактивні ізотопи, що входять до складу радіоактивних сімейств, родоначальниками яких є уран 238, торій 231 та ін.;

- генетично не пов'язані з ними радіоактивні елементи: калій 40, кальцій 48, рубідій 87 та ін.;

- радіоактивні ізотопи, що безперервно виникають на Землі в результаті ядерних реакцій під впливом космічних променів. Найбільш важливі з них, вуглець 14 і тритій.

**Головним джерелом** вступу в зовнішнє середовище природних радіоактивних речовин, широко поширених в усіх оболонках Землі, являються гірські породи, походження яких пов'язане з включенням до їх складу радіоактивних елементів в періоди формування і розвитку Планети. Велика частина природних радіоактивних елементів міститься в гірських породах, що утворюють товщу земної кори. Земних природних джерел випромінювання зараз налічується близько 60.

**Природна радіоактивність повітря** обумовлена радіоактивними ізотопами, що виникають в атмосфері в результаті дії космічного випромінювання, радіоактивних газів (радон 222, торій 220, актиній 219), що поступають з верхніх шарів земної кори, радіоактивних ізоотопів, що утворюються в процесі життєдіяльності людини і так далі.

**Радон**, це невидимий, такий, що не має кольору, запаху і смаку, важкий (у 7,5 раз важче за повітря) радіоактивний газ, який постійно утворюється, накопичується і поступовий по тріщинах переміщається до поверхні з глибин Землі, при розпаді радіоактивних: урану, торія, актинія.

Радон, має велику можливість виходу в атмосферу в порівнянні з тором і актинієм, оскільки період напіврозпаду його складає 3,8 доби, тоді як для торія період напіврозпаду дорівнює 54 секунди, а для актинія 3,9 секунди.

Радон є присутнім скрізь: в каменях, бетоні, ґрунті, газі, воді. Він проникає у будинки з ґрунту; крізь тріщини у фундаменті і через підлогу. Скупчується в основному на нижніх поверхах житлових і виробничих будівель. Основну частину дози опромінення від радону людина отримує, знаходячись в закритому не провітрюваному приміщенні; в середньому в 8 разів вона вища, ніж в зовнішньому повітрі.



Деякі житлові будинки і виробничі корпуси будуються безпосередньо на старих відвалах гірничодобувних підприємств, де радіоактивні елементи є присутніми в значних кількостях.

Джерелом радонної радіації стає матеріал стін. Найпоширеніші будівельні матеріали, які виділяють мало радону - дерево, цеглину (білий), бетон (цемент), пісок, гравій.

Якщо у будівництві застосовуються такі матеріали, як: граніт, пемза, фосфогіпс (природний гіпс коштує дорого), глинозем, червона цеглина (червона глина), кальцево-силікатний або доменний шлак, зольний пил (спалювання вугілля), джерелом радонової радіації стає матеріал стін.

Ще одним джерелом радіації (менш важливим) вступу радону в житла представляє вода і природний газ. Радон проникає в природний газ і артезіанську воду під землею. Концентрація радону в приміщенні може помітно зрости, якщо кухонні плити, опалювальні і інші нагрівальні пристрої, в яких спалюється газ, не забезпечені витягом.

Велику небезпеку представляє попадання пари з високим вмістом радону в легені разом з вдихуванням повітрям, що найчастіше відбувається у ванній кімнаті. Так при обстеженні будинків виявилось, що в середньому концентрація радону, у ванні в 3 рази вище, ніж на кухні (адже радон виділяється з природного газу) і в 40 разів вище, ніж в житловій кімнаті.

### **Штучні (антропогенні) джерела іонізуючих випромінювань.**

До штучних(антропогенних) джерел іонізуючого випромінювання відносяться:

- випробування ядерної зброї;
- підприємства по здобичі, переробці і отриманню матеріалів, що розщеплюються, і штучних радіоактивних ізотопів;
- установи, підприємства і лабораторії, що використовують радіоактивні речовини і технології виробничих процесів.

### **Випробування ядерної і термоядерної зброї.**

У результаті вибуху частина радіоактивних речовин випадає недалеко від полігону, частина затримується в тропосфері і потім впродовж місяця переміщається вітром на великі відстані, поступово осідаючи на Землю, при цьому залишаючись приблизно на одній і тій же широті. Проте велика частка радіоактивного матеріалу викидається в стратосферу і залишається там триваліший час, також розсіюючись по земній поверхні.

**Підприємства по здобичі, переробці і отриманню матеріалів о розщеплюють і штучних радіоактивних речовин, це потенційні джерела забруднення довкілля. Це підприємства атомної промисловості:**

- уранові копальні і гідрометалургійні заводи по отриманню збагаченого урану (уранового концентрату);
- заводи по очищенню уранових концентратів;
- експериментальні і енергетичні реактори;
- заводи по виробництву ядерного пального.

Процес виробництва енергії з ядерного палива складний і проходить в декілька стадій.

Ядерний паливний цикл розпочинається із здобичі і збагачення уранової руди, потім робиться саме ядерне паливо, а після відробітку палива на АЕС іноді можливе вторинне його використання через витягання з нього урану і плутонію. Завершальною стадією циклу є, як правило, поховання радіоактивних відходів.

До відходів, що виникають при видобутку уранової руди, відносяться шахтні води, рудні відвали і копальневе повітря. Вміст урану в шахтних водах досягає 0,3 - 10 мг/л, радію 0,2 - 3,7 Бк/л. У рудних відвалах міститься соті доли відсотка урану, радію від  $5 \cdot 10$  г/р. Внаслідок вимивання і вітрової ерозії відвали можуть ставати джерелами забруднення навколишньої території. Копальневе повітря, що поступає в атмосферу при вентиляції шахт, може містити підвищену кількість радону і його дочірніх продуктів.

## Установи, підприємства і лабораторії, що використовують радіоактивні речовини в технології виробничого процесу.

До цієї групи потенційних джерел радіоактивного забруднення довкілля відносяться:

- «гарячі» лабораторії;
- радіоізотопні лабораторії і радіологічні відділення медичних установ;
- лабораторії науково-дослідних інститутів, де проводяться роботи в області біології і сільського господарства;
- радіоізотопні лабораторії в промисловості.

Залежно від характеру технологічного процесу, здійснюваного в «гарячих» лабораторіях (фасування радіоактивних речовин, виконання експериментів з опроміненнями на реакторах матеріалами, виготовленням радіоактивних препаратів і так далі), вони можуть бути джерелами газоподібних, рідких і твердих радіоактивних відходів з високим вмістом в них різноманітних радіоактивних ізотопів.

При застосуванні відкритих радіоактивних речовин в медичній практиці можливе утворення газоподібних, рідких і твердих радіоактивних відходів (повітря, видалене з боксів і витяжних шаф; виділення хворих; респіратори одноразового використання, фільтрувальний папір та ін.).

Класифікація іонізуючих випромінювань, яка враховує їх природу, наведена на рис. 1.1.

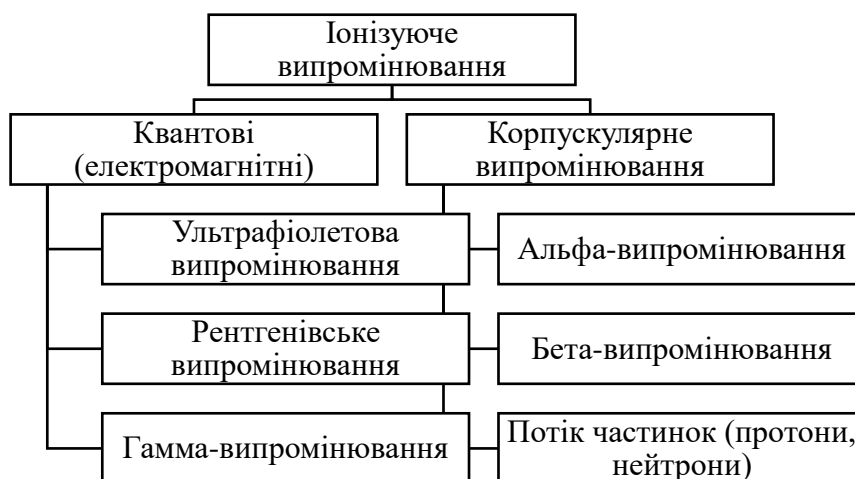


Рис. 1.1. Класифікація іонізуючих випромінювань

Всі види радіоактивного випромінювання супроводжуються звільненням різної кількості енергії і високою проникною здатністю, відтак вони мають різний вплив на живі організми й екосистеми взагалі.

**Альфа-випромінювання** – це корпускулярне випромінювання, що складається з альфа-частинок, яке випускається при ядерних перетвореннях. Альфа частинка позначається символом –  $\alpha$ . Затримується навіть аркушем паперу і практично не здатне проникнути через шкіру людини. Воно не є небезпечним, якщо радіоактивні речовини не потрапляють всередину організму людини через відкриту рану, з їжею або повітрям – тоді їхня дія надзвичайно шкідлива.

**Бета-випромінювання** є корпускулярним випромінюванням, що являє собою потік бета-частинок, який випускається ядрами радіоактивних ізотопів. **Бета-частинки** – це електрони, що мають негативний електричний заряд і позначаються символом  $\beta$ . **Бета-випромінювання** має значно більшу проникність і здатне проходити в тканини організму на глибину до двох сантиметрів.

**Гамма-випромінювання** – це фотонне випромінювання (високочастотне електромагнітне випромінювання  $\nu=10^{18} - 10^{21}$  Гц), що виникає під час зміни енергетичного стану атомних ядер або під час анігіляції частинок. Це випромінювання часто супроводжує альфа- або бета-розпад радіонуклідів. Позначення гамма-кванта має вигляд  $\gamma$ .

Проникна здатність **гамма-випромінювання**, яке поширюється зі швидкістю світла, дуже велика. Частково воно затримується лише товстою металеву (переважно свинцевою) або бетонною плитою.

**Активність радіонукліда** є мірою інтенсивності розпаду **радіоактивних** речовин та визначається як кількість розпадів ядер атомів радіоактивної речовини в одиницю часу, тобто як швидкість розпаду ядер.

Мірою впливу випромінювань на речовину є **доза випромінювання** (доза), що характеризує енергію випромінювання, яка передана або здатна бути передана одиниці маси речовини в процесі взаємодії випромінювань з

цією речовиною. Доза випромінювання, віднесена до одиниці часу, називається **потужністю дози, яка виражає собою швидкість накопичення дози**. Чим інтенсивніше потік, тим швидше накопичується доза.

**Поглинена доза випромінювання (D)** – це відношення середньої енергії dE, переданої ІВ речовині в елементарному об'ємі, до маси dm речовини в цьому об'ємі:

*Джерело іонізуючого випромінювання (ДІВ)* – об'єкт, що містить радіоактивний матеріал або технічний пристрій, який створює або в певних умовах здатний створювати іонізуюче випромінювання. Розрізняють закриті та відкриті джерела іонізуючих випромінювань.

*Закрите джерело – радіонуклідне джерело іонізуючого випромінювання*, конструкція якого перешкоджає взаємним контактам радіоактивного матеріалу і середовища, що оточує джерело і виключає його забруднення радіоактивною речовиною вище допустимого, за діючими нормами, рівня в умовах, передбачених для джерела.

*Відкрите джерело – радіонуклідне джерело іонізуючого випромінювання*, конструкція якого допускає контакт радіоактивного матеріалу і середовища, що оточує і не виключає можливості його забруднення речовиною вище допустимого рівня, встановленого для закритого джерела, в умовах, передбачених для його використання.

Якщо кількість поглиненої енергії гамма- або рентгенівського випромінювання розглядати не для речовини, а для повітря, то слід ввести поняття його *іонізації*. Причому, для атмосфери існує спеціальна одиниця, яка співвідносить заряд іонів кожного знаку в  $1 \text{ см}^3$  сухого повітря, що виникло у процесі його іонізації з дозою цього випромінювання. Загальний обсяг випромінювання, що викликає іонізацію називають *експозиційною дозою*, яка в системі СІ вимірюється в кулонах на кілограм (Кл/кг). Поряд існує позасистемна одиниця вимірювання – рентген ( $1 \text{ Р} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ Кл/кг}$ ). Велику роль в опроміненні всього живого в екосистемі відіграє не лише кількість

іонізуючого випромінювання, поглиненого тілом, а й якість цього випромінювання.

Якісна характеристика випромінювання визначається показником лінійної щільності іонізуючого потоку. Вважається, що щільність бета-, гамма- і рентгенівського випромінювання є однаковою, умовно вона приймається за одиницю. Тоді показник щільності повільних нейтронів дорівнює 5, звичайних нейтронів – 10, а  $\alpha$ -частинок та надшвидких нейтронів – 20. Перераховану в такий спосіб дозу опромінення називають *еквівалентною дозою*. Її у системі СІ вимірюють у зівертах (Зв). Відома й позасистемна одиниця еквівалентної дози – бер (1 бер = 0,01 Зв).

Період напіврозпаду характеризує швидкість розпаду радіоактивної речовини, але не визначає його кількості. Вимірювати кількість радіоактивного елемента в одиницях маси важко, тому що радіоактивні ізотопи перебувають звичайно в суміші з нерадіоактивними. Крім того, різні ізотопи при одній і тій же масі мають неоднакову радіоактивність. Тому **кількість радіоактивної речовини** прийнято оцінювати її активністю, яку визначають за кількістю радіоактивних розпадів атомів на одиницю часу, наприклад, 100 розпадів на 1 с, 10 розпадів на 1 хв. тощо.

**Бекерель (Бк)** – одиниця активності нуклідів у радіоактивному джерелі в системі СІ (одиниця кількості радіоактивної речовини). Один бекерель відповідає одному розпаду на секунду для будь-якого радіонукліда. Несистемною одиницею активності є кюрі (Ки).

**Кюрі** – це кількість радіоактивної речовини, в якій відбувається 37 млрд. розпадів ядер атомів на 1 с ( $1 \text{ Ки} = 37 \times 10^9 \text{ розп./с}$ ). Похідними цієї одиниці є мілікюрі = 0,001 кюрі й мікрокюрі = 0,000001 кюрі.

Іонізуюча здатність рентгенівських та гамма-променів характеризується **експозиційною дозою випромінювання**, одиницею якої є кулон на 1 кг (Кл/кг). Відповідно до стандарту, кулон на кілограм – експозиційна доза рентгенівського й гамма-випромінювань, при якій сполучена корпускулярна емісія на 1 кг сухого атмосферного повітря

виробляє у повітрі іони, що несуть заряд в один кулон електрики кожного знака.

Несистемною одиницею експозиційної дози є рентген.

**Рентген (Р)** – це така доза гамма-випромінення, при якій в  $1 \text{ см}^3$  сухого повітря при температурі  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  і тиску 760 мм рт. ст. утвориться 2,083 млрд. пар іонів, кожен з яких має заряд, що дорівнює заряду електрона. Дозі 1 Р відповідає поглинання 1 кг повітря 83 ерг. енергії, а 1 кг біологічної тканини – 93 ерг. (1 ерг (одиниця енергії) =  $624,150965(16) \text{ Гев} = 6,24150965(16) \times 10^{11} \text{ еВ.}$ )

Одиницею виміру потужності експозиційної дози прийнято 1 А на 1 кг (А/кг).

Несистемна одиниця – рентген у 1 с (Р/с;  $1 \text{ Р/с} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ А/кг}$ ). Потужність дози, визначену в цій точці, **називають радіаційним фоном**. Потужність дози, визначену на відстані 1 м від поверхні зараженого об'єкта, **називають рівнем радіації**. (Потужність – кількість енергії за одиницю часу.) Польові прилади градуйовані або в рентгенах на годину (Р/год), в міліметрах на годину (мР/год), або в мікрорентгенах на годину (мкР/год).

Якщо рівень радіації в часі не змінюється, то добуток величини рівня радіації на тривалість опромінення дає дозу опромінення.

Несистемною одиницею поглиненої дози є рад ( $1 \text{ рад} = 100 \text{ ерг/г} = 10^{-2} \text{ Дж/кг}$ ).

**Грей (Гр)** – одиниця поглиненої дози в системі СІ – це кількість енергії іонізуючого випромінення, поглинена одиницею маси будь-якого фізичного тіла, наприклад, тканинами організму:  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ .

**Зіверт (Зв)** – одиниця еквівалентної дози в системі СІ – одиниця поглиненої дози, помножена на коефіцієнт, що враховує неоднакову радіаційну небезпеку для організму різних видів іонізуючого випромінення.

Один зіверт відповідає поглиненій дозі в 1 Дж/кг (для рентгенівського та гамма випромінювань).

Основні стандарти безпеки стосуються лише захисту людини від дії ДІВ, за винятком принципово некерованого опромінювання.

Основні стандарти безпеки застосовуються в усіх ситуаціях, дозволяючи знизити рівні опромінювання людей внаслідок радіаційної аварії до хронічної дії радону в приміщеннях.

Основні стандарти безпеки рекомендують деякі межі та рівні опромінювання.

***Межі дози професійного опромінювання:***

- ефективна доза за п'ять років – 20 мЗв/рік;
- ефективна доза за будь-який окремий рік – 50 мЗв/рік;
- ефективна доза у спеціальних умовах – до 100 мЗв/рік;
- еквівалентна доза для кришталика ока – 150 мЗв/рік;
- еквівалентна доза для кінцівок і шкіри – 500 мЗв/рік.

***Граничні дози для всього населення:***

- ефективна доза – 1 мЗв/рік;
- ефективна доза в особливих умовах (з компенсацією в подальші п'ять років за спеціальним рішенням) – 5 мЗв/рік;
- еквівалентна доза для кришталика ока – 15 мЗв/рік;
- еквівалентна доза для кінцівок і шкіри – 50 мЗв/рік.

***Рівні впливу у випадку радіаційної аварії:***

- перебування у закритому приміщенні при дозі 10 мЗв до двох днів;
- йодна профілактика при 100 мГр накопиченої дози на щитоподібну залозу;
- евакуація при 50 мЗв до семи днів;
- тимчасове переміщення при 10-30 мЗв за місяць;
- постійне переселення при 1 Зв за життя;
- довічна допустима доза для населення за 70 років – 70 мЗв;
- допустимий рівень впливу при радіаційній аварії – 1000 мЗв за ЖИТТЯ.



## 2. Основні характеристики іонізуючого випромінювання.

Іонізуюче випромінювання – будь-яке випромінювання взаємодія якого з навколишнім середовищем призводить до утворення електричних зарядів різних знаків..

Іонізуюче випромінювання поділяють на:

- Корпускулярне – потік елементарних частинок з масою спокою відмінною від нуля, що утворюються при радіоактивному розпаді, ядерних перетвореннях або генеруються на прискорювачах ( $\alpha$ - випромінювання,  $\beta$ - випромінювання, нейтрони, протони тощо).

- Фотонне випромінювання – потік електромагнітних коливань, що поширюється у вакуумі зі швидкістю світла (рентгенівське, гамма випромінювання).

Іонізуюче випромінювання характеризується такими параметрами як іонізуюча та проникаюча здатність.

Іонізуюча здатність – визначається питомою іонізацією, тобто числом пар іонів, що утворює 1 частинка в одиниці маси (одиниці об'єму, одиниці шляху проходження) речовини.

Найбільшу іонізуючу здатність у порівнянні з іншими видами випромінювання має  $\alpha$ -випромінювання.

Проникаюча здатність – визначається шляхом, який проходить іонізуюча частка в речовині, доки вона не зникне (тобто поглинеться речовиною). Фотонне випромінювання має більшу проникаючу здатність у порівнянні з корпускулярним.

Джерела іонізуючого випромінювання поділяються на природні та штучні (антропогенні).

Джерелами природного іонізуючого випромінювання є:

- Космічні промені.
- Промені Сонця, зірок.
- Земна кора (певні зони) тощо.

Опромінення від природних джерел радіації зазнають усі жителі Землі, проте одні одержують більші дози, інші – менші. Людина зазнає опромінення двома способами, а саме за рахунок зовнішнього опромінення, коли джерело опромінення знаходиться поза організмом, і внутрішнього опромінення – джерело опромінення знаходиться всередині організму.

Штучними джерелами іонізуючого випромінювання є:

- ядерні вибухи;
- ядерні установки для виробництва енергії;
- прискорювачі заряджених часток;
- рентгенівські апарати;
- засоби зв'язку високої напруги.

Для населення України наразі найбільшу небезпеку становить опромінення, яке виникло внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

### **3. Одиниці вимірювання радіоактивних випромінювань.**

Активність джерела випромінювання – ключова характеристика іонізуючого випромінювання, вона показує число радіоактивних перетворень у речовині за одиницю часу.

Бекерель є системною одиницею іонізуючого випромінювання.

Позасистемною є кюрі.  $1\text{Ки (кюрі)} = 37 \cdot 10^9 \text{ Бк}$

Експозиційна доза випромінювання – характеризує іонізуючу спроможність випромінювання в повітрі. За експозиційною дозою можна визначити потенційні можливості іонізуючого випромінювання. Кл/кг є системною одиницею іонізуючого випромінювання.

Позасистемною є рентген.

Поглинута доза: характеризує енергію іонізуючого випромінювання, що поглинається одиницею маси опроміненої речовини.

Грей є системною одиницею іонізуючого випромінювання.

Позасистемною є рад.

$1\text{Гр} = 100 \text{ рад};$

$$1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр} = 0,01 \text{ Дж/кг}$$

Еквівалентна доза є мірою біологічного впливу випромінювання на конкретну людину, тобто індивідуальним критерієм небезпеки, зумовленим іонізуючим випромінюванням.

Зіверт є системною одиницею іонізуючого випромінювання.

Позасистемною є бер.

$$1 \text{ бер} = 0,01 \text{ Зв.}$$

#### **4. Аварії з викидом радіоактивних речовин у навколишнє середовище.**

Найнебезпечнішими за наслідками є аварії на АЕС з викидом в атмосферу радіоактивних речовин, внаслідок яких має місце довгострокове радіоактивне забруднення місцевості на величезних площах.

На підприємствах атомної енергетики відбулися такі значні аварії:

- 1957 рік — аварія в Уїндскейлі (Північна Англія) на заводі по виробництву плутонію (зона радіоактивного забруднення становила 500 кв.км);
- 1957 рік — вибух сховища радіоактивних відходів біля м. Челябінська, СРСР (радіаційне забруднення переважно стронцієм-90 території, на якій мешкало 0,5 млн. осіб);
- 1961 рік — аварія на АЕС в Айдахо-Фолсі, США (в реакторі стався вибух);
- 1979 рік — аварія на АЕС «Тримайл-Айленд» у Гарисберзі, США. Сталося зараження великих територій короткоживучими радіонуклідами, що призвело до необхідності евакуювати населення з прилеглої зони.
- 2011 рік – аварія на АЕС в м. Фукусіма, Японія. Аварія сталася в результаті потужного землетрусу і цунамі. Сталося забруднення радіонуклідами вод світового океану.

Однак найбільшою за масштабами забруднення навколишнього середовища є аварія, яка сталася 1986 р. на Чорнобильській АЕС. Внаслідок

грубих порушень правил експлуатації та помилкових дій 1986 рік став для людства роком вступу в епоху ядерної біди. Історія людства ще не знала такої аварії, яка була б настільки згубною за своїми наслідками для довкілля, здоров'я та життя людей. Радіаційне забруднення величезних територій та водоймищ, міст та сіл, вплив радіонуклідів на мільйони людей, які довгий час проживають на забруднених територіях, дозволяє назвати масштаби Чорнобильської катастрофи глобальними, а ситуацію надзвичайною.

За оцінками спеціалістів, відбулись викиди 50 мегакюрі небезпечних ізотопів і 50 мегакюрі хімічно інертних радіоактивних газів. Сумарне радіоактивне забруднення еквівалентне випадінню радіоактивних речовин від вибуху декількох десятків таких атомних бомб, які були скинуті над Хіросімою. Внаслідок цього викиду були забруднені води, ґрунти, рослини, дороги на десятки й сотні кілометрів. Під радіоактивне ураження потрапили території України, Білорусі, Росії, де зараз проживає 5 млн. осіб.

15 грудня 2000 року відбулося закриття Чорнобильської АЕС. Нині радіоактивний стан об'єкта ЧАЕС такий: доза опромінення становить 15-300 мР/год, а на окремих ділянках 1-5 Р/год. Проектний термін служби саркофага, який захищає четвертий реактор, — 30 років.

Сьогодні ніхто практично не застрахований від впливу наслідків цієї аварії чи будь-якої іншої аварії на об'єктах атомної промисловості. Навіть віддаленість на сотні і тисячі кілометрів від АЕС не може бути гарантією безпеки.

Першими наслідками цієї аварії стало опромінення осіб, які брали участь у гасінні пожежі та аварійних роботах на атомній електростанції. Гострою променевою хворобою захворіло 238 осіб, 29 з них померло в перші місяці після аварії, ще 15 — згодом. Пізніше діагноз «гостра променева хвороба» був підтверджений у 134 хворих, з них важкого та дуже важкого ступеня — у 43. Близько 2 тисяч осіб з 800 тисяч, що брали участь у роботах з ліквідації аварії, отримали місцеві променеві ураження. Це пожежники,

військові, працівники атомної енергетики, наукові співробітники, будівельники, медичні працівники та багато інших.

Найбільші дози опромінення зареєстровані серед пожежників та персоналу АЕС, які працювали під час аварії в першу добу. Усього, за сучасними даними, внаслідок Чорнобильської катастрофи в Україні постраждало майже 3,23 млн. осіб, з них 2,35 млн. мешкають протягом 12 років на забрудненій території, більше 358 тисяч брали участь ліквідації наслідків аварії, 130 тисяч були евакуйовані 1986 р. або були відселені пізніше.

## **Тема 1.3. Фізична, хімічна і біологічна дія іонізуючих випромінювань. Захист від дії радіаційного випромінювання**

### План

1. Механізм біологічного впливу іонізуючих випромінювань.
2. Характеристики променевих опіків у залежності від ступеня ураження. Принципи нормування радіаційного опромінення.
3. Захист від дії радіаційного випромінювання.

#### **1. Механізм біологічного впливу іонізуючих випромінювань.**

Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною відбувається в 2 етапи:

1. Фізичний етап: іонізуюче випромінювання передає енергію атомам і молекулам середовища (також клітинам і тканинам організмів), викликає їх іонізацію і збудження.

2. Хімічний етап: це етап променевого ураження клітин, внаслідок чого в них відбуваються хімічні зміни, тобто виникають радіаційні пошкодження.

Ураження клітин виникають внаслідок пошкоджень молекул білків, нуклеїнових кислот, ліпідів, які знаходяться у водній фазі.

Оскільки молекул води набагато більше, ніж розчинених у ній молекул, то радіаційні пошкодження біологічних молекул, в основному, зумовлені їх взаємодією з продуктами радіолізу води.

У клітині організму при опроміненні відбуваються процеси значно складніші, ніж при опроміненні води, оскільки поглинаючою речовиною є великі органічні молекули, які пошкоджуються прямою дією іонізуючого випромінювання або продуктами радіолізу води.

Органічні радикали, які при цьому утворюються, також мають неспарені електрони і тому є сильно реакційноздатними. Маючи велику енергію вони можуть розривати хімічні зв'язки в життєво важливих

макромолекулах, що й відбувається в проміжку між утворенням іонних пар і формуванням кінцевих хімічних продуктів.

При великих дозах опромінення відбувається гостре ураження організму людини. Багаторічний досвід дозволив медичним працівникам отримати багато інформації щодо реакції тканин і органів людини на опромінювання. Ця реакція неоднакова, причому розходження дуже великі. Величина дози визначає важкість ураження організму і залежить від того, отримує її організм відразу або в кілька прийомів. Більшість органів встигає в тій чи іншій мірі «залікувати» радіаційні пошкодження і тому краще переносить серію дрібних доз, ніж ту саму сумарну дозу опромінення, отриману за один прийом.

Пошкодження клітини неоднакові в різні фази її клітинного циклу.

Радіобіологічні ефекти можуть проявлятися як безпосередньо після опромінення, так і через деякий проміжок часу: місяці, роки і, навіть, покоління.

Виходячи з викладеного може скластися уявлення про те, що радіобіологічна дія носить, в основному, непрямий характер і зумовлена, головним чином, радикальними продуктами радіолізу води.

Проте в рамках цих уявлень важко дати відповідь на таке важливе запитання: чому в небіологічних системах при поглинанні ними дози випромінювання, летальної для людини (~5 Гр), хімічні перетворення настільки малі, що їх важко виявити?

Відповідь на це питання дає теорія про домінуючу роль підвищення кислотності водного розчину вздовж треку (шляху) зарядженої частинки.

Природно допустити, що локальні підвищення кислотності в треках іонізуючих частинок (на декілька порядків вище значень, нормальних для води в живому організмі) руйнують мембрани лізосом. Для руйнування лізосомних мембран потрібна дуже мала енергія. Ефект від безпосереднього пошкодження мембрани, викликаний дією продуктів радіолізу води, багатократно підсилюється, оскільки клітина набуває потужних власних засобів

саморуйнування у вигляді ензимів, які розщеплюють життєво важливі макромолекули: білки, ліпіди і нуклеїнові кислоти.

Іонізуюче випромінювання, що впливає на живий організм викликає в ньому ланцюг зворотних і незворотних змін, які призведуть до тих або інших біологічних наслідків, що залежать від величини впливу та умов опромінення.

У розвитку променевого ушкодження можна виділити чотири фази: перші три короткі, пов'язані зі змінами на молекулярному рівні, а четверта довга, протягом якої відбуваються руйнування на клітинному і тканинних рівнях, а також на рівні всього організму. Характер процесів, що відбуваються, наданий у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

## Фаза розвитку променевого ушкодження

Фаза	Тривалість фази	Характер процесу
Початкова фізична	$10^{-16} - 10^{-14}$ с	Поглинання енергії випромінювання. Іонізація та руйнування молекул (переважно води)
Фізико-хімічна	$10^{-10} - 10^{-6}$ с	Рекомбінація та взаємодія іонів із молекулами (переважно води). Утворення продуктів радіолізу та вільних радикалів
Хімічна	Декілька секунд	Взаємодія продуктів радіолізу й вільних радикалів із молекулами білка та інших органічних сполук. Розвиток біохімічних ушкоджень
Біологічна	Години, роки	Виникнення ушкоджень на різних рівнях. Формування біологічних наслідків опромінення

Первинним пусковим механізмом, що ініціює різноманітні процеси, які відбуваються в біологічному об'єкті, є іонізація та збудження. Саме в цих фізичних актах взаємодії відбувається передача енергії ІВ, що опромінює.

У простих речовинах, молекули яких складаються з атомів одного й того ж самого елемента, процес іонізації супроводжує процес рекомбінації. Іонізований атом приєднує до себе один із вільних електронів, що завжди є в середовищі, у результаті цього знову утворюється нейтральний атом.

Збуджений атом повертається в нормальний стан, випромінюючи один або кілька фотонів характеристичного випромінювання.



Таким чином, іонізація або збудження атомів простих речовин не викликає будь-яких змін фізико-хімічної природи середовища.

Інакше відбуваються процеси під час впливу ІВ на біологічні молекули, що складаються зі значної кількості різних атомів. Під час іонізації та збудження складних молекул відбувається їхня дисоціація в результаті розриву хімічних зв'язків. Це пряма дія ІВ. Значну роль у формуванні біологічних наслідків відіграє механізм непрямой дії ІВ, під яким розуміють радіаційно-хімічні зміни в даній розчиненій речовині, що обумовлені продуктами радіолізу води.

Відомо, що в біологічній тканині, що складається з біологічних клітин, 60–70 % маси становить вода. За умов впливу ІВ відбувається радіоліз води, тобто поява у воді значної кількості хімічно активних радикалів та іонів, які негайно вступають у різні хімічні реакції з розчиненими у воді речовинами.

У результаті таких взаємодій у водному розчині клітин з'являється значна кількість нових хімічних речовин, які є шкідливими для життєдіяльності клітини, що може призвести до її загибелі.

Відомо, що критичними клітинними структурами є молекули дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК) і біологічні мембрани клітини.

У клітині утримується кілька десятків молекул ДНК, які пов'язані з білками, що беруть участь у формуванні хромосом і перенесенні інформації.

Під час опромінення клітин може відбуватися розрив однієї або декількох ниток ДНК або порушуватися структура всієї молекули ДНК.

Установлено, що за дози опромінення 1 Гр (100 рад) у кожній клітині людини виникає 1000 одинарних і від 10 до 100 подвійних розривів, а також ушкоджується 5000 основ молекул ДНК. Ці розриви можуть стати причиною виникнення різних відхилень або перекручувань під час передачі інформації новим клітинам, що народжуються.

Таким чином, за умов впливу ІВ в клітині живої тканини з'являється ряд радіаційних ефектів, які поділяються на соматичні (*сомо* з грец. «тіло») і генетичні (*ген* з грец. «породжений»), тобто успадковані. Соматичні ефекти

мають вияв безпосередньо в самому опроміненому біологічному об'єкті, генетичні – у його нащадків.

Специфіка дії ІВ на біологічні об'єкти полягає в тому, що ніякий інший вид енергії (тепловий, електричний і т. ін.), поглиненої біологічними об'єктами в тій же кількості, не призводять до таких змін, які викликають ІВ.

*Наприклад, смертельна доза ІВ для ссавців дорівнює 10 Гр, що відповідає поглиненій енергії 10 Дж/кг. Якщо цю енергію ввести в організм людини, то вона б нагріла організм людини лише на 0,001 °С, тобто менше ніж склянка випитого чаю.*

## **2. Характеристики променевих опіків в залежності від ступеня ураження. Принципи нормування радіаційного опромінення.**

**1 ступінь** - 1-2 Гр (100-200 рад) прояви через 14-21 днів.

Спостерігається почервоніння, лущення, набряк, іноді зміна пігментації шкірних покривів. Пацієнт може скаржитися на свербіж і печіння в травмованій області.

**2 ступінь** - 2-5 Гр (200-500 рад) прояви через 4-5 днів. На шкірі утворюються пухирі, які іноді зливаються між собою. Присутні скарги потерпілого на нудоту, слабкість, запаморочення, біль у місці опіку.

**3 ступінь** - 5-10 Гр (500-1000 рад) прояви через 10-12 годин. Супроводжується появою набряків, бульбашок з кров'яним вмістом, створенням виразок, що важко загоюються. Підшкірний шар руйнується, що може привести до тромбозу вен. У постраждалого розвивається лихоманка, чутливість шкіри знижується.

**4 ступінь** - 10 Гр (понад 1000 рад) прояви через 20 хвилин. Вкрай важкий ступінь травми без прихованого періоду. Присутні всі вищеназвані симптоми. Шкіра в місці опіку стає темною, майже чорною. Відбувається відмирання нервів, зв'язок, м'язової і кісткової тканин. Характерний гострий біль.

**Гостра (хронічна) промінева хвороба**- розвивається в результаті тривалого безперервного опромінення організму в дозах 0,1-0,5 Гр/добу при сумарній дозі, що перевищує 0,7-1 Гр (70-100 рад).

Відомо, що в природних умовах всі біологічні об'єкти, у тому числі й людина, зазнають опромінення від природних джерел ІВ. У табл. 1.2 наведені джерела опромінення та річні дози, що створені цими джерелами.

Таблиця 1.2

Річні дози опромінювання природними джерелами  
іонізуючого випромінювання

Джерела випромінювання	Доза, бер/рік	Частина цього джерела в річній дозі, %
Радон-222 (легені)	0,09–0,11	45–55
Калій-40 (м'язи)	0,024–0,036	12–18
Космічні промені	0,028	14
Уран + Радій (кістки)	0,026	13
Торій + Радій (кістки)	0,016	8
Разом	0,20	100

До того ж 1/3 дози виробляється зовнішнім опроміненням, а 2/3 дози радіонуклідами в середині тіла. Вважається, що доза 0,5 бер/рік не зашкоджує здоров'ю людини, а доза 35 бер за все життя людини (75 років) не призведе до помітних шкідливих наслідків. На землі є місця, де природна доза в багато разів перевищує середнє значення дози від природних джерел. Так, у горах природна доза в 2–3 рази більша за середню, у штаті Керала (Індія) природна доза досягає 0,8–1,2 бер/рік, у Бразилії (зона Гуананара) природна доза перевищує 1,5–2 бер/рік. Ці дози негативно не впливатимуть на здоров'я жителів цих районів. Практичні дослідження та їхній аналіз виявив зв'язок із дозою в берах або зівертах і рівнем ушкодження здоров'я людини радіацією, які наведені в табл. 1.3.

Наслідки одноразового опромінення всього тіла людини

Еквівалентна доза		Наслідки радіаційного опромінення
зиверт	бер	
1000	100000	Смерть через хвилину після опромінення
100	10000	Смерть через годину після опромінення
10	1000	Смерть через декілька днів після опромінення
7	700	90 % смертності через кілька тижнів
4	400	Напівлетальна доза (50 % протягом наступних місяців)
2	200	10 % смертності в наступні місяці
1	100	Легка променева хвороба з лікуванням. Збільшення ймовірності смерті від раку. Стерилізація чоловіків на 2–3 роки, жінок – назавжди.
0,25	25	Максимальна доза (рівень допустимого ризику в екстремальних умовах)
0,1	10	Рівень подвоєння природної кількості генних змін (мутацій). Помітні тимчасові зміни характеристики крові
0,02	2	Максимально припустима річна доза для осіб, які виконують роботи під дією іонізуючого випромінювання
0,002	0,2	Поширене для поверхні Землі значення річної дози від наявних природних джерел випромінювання

Виходячи з вищевикладеного, Міжнародна комісія з радіологічного захисту (МКРЗ) ввела систему нормування опромінення людини від джерел іонізуючих випромінювань для ймовірнісних (стохастичних) і генетичних (нестохастичних) ефектів.

Для нестохастичних ефектів використовується принцип нормування за межею еквівалентної дози в критичному органі.

Критичний орган (під час опромінення) – це орган або тканина, частина тіла або все тіло, опромінення якого за даних умов завдає шкоди здоров'ю даної особи або його нащадкам. За зменшенням радіочутливості встановлені три групи критичних органів:

**1 група** – усе тіло, гонади, червоний кістковий мозок;

**2 група** – щитовидна залоза, жирова тканина, печінка, нирки, шлунково-кишковий тракт, легені, кришталик ока та інші органи, які не ввійшли до першої та третьої групи;

**3 група** – кісткова тканина, шкірний покрив, кисті, передпліччя, щиколотки й стопи.

Для будь-якого критичного органа встановлюється гранично допустиме значення еквівалентної дози 0,5 Зв/рік.

Для нормування дози за стохастичними ефектами всього організму прийняте поняття – ефективна еквівалентна доза  $HE$ , що враховується під час повного опромінення тіла під час ураження критичних органів і вимірюється в зивертах. Величина ефективної еквівалентної дози  $HE$  визначається за формулою:

$$HE = \sum HT \omega T,$$

де  $HE$  – середнє значення еквівалентної дози в органі  $T$ ;

$\omega T$  – зважений коефіцієнт (ваговий множник) для даного органа  $T$ , установлений МКРЗ.

Значення зважених коефіцієнтів  $\omega T$ , рекомендованих МКРЗ, надані в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

## Значення зважених коефіцієнтів

Органи або тканини	$\omega T$
Червоний кістковий мозок	0,12
Легені	0,12
Щитовидна залоза	0,03
Кісткова тканина	0,03
Молочні залози	0,15
Статеві залози	0,25
Інші органи й тканини	0,25

Фізичний зміст ефективної еквівалентної дози  $HE$  всього організму відповідає такому рівню рівномірного опромінення всього тіла, за якого сумарний ризик смерті  $r_w$  буде таким же, як і ризик смерті  $r_T$  за середньої еквівалентної дози  $H_T$  на якийсь критичний орган  $T$ , тобто:

$$r_w = r_T = H_T C_T,$$

де  $C_T$  – імовірність смертельних випадків від злоякісної пухлини критичного органа  $T$ .

Імовірність смертельних випадків від злоякісних пухлин для критичних органів за еквівалентної дози 1 Зв і 1 бер наведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Значення коефіцієнта імовірності смерті для критичних органів

Опромінені органи або тканини	Імовірність смерті $S_T$ для однієї людини за еквівалентної дози	
	1 Зв	1 бер
Червоний кістковий мозок	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-5}$
легені	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-5}$
Кісткова тканина (кістяк)	$5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-6}$
Щитовидна залоза	$5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-6}$
Інші органи й тканини	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-5}$
Імовірність сумарного виходу $S_T$ для всього організму та тканини	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-4}$

Наприклад, під час опромінення щитовидної залози дозою  $H_{щз} = 2$  Зв, ризик смерті від раку щитовидної залози становить:  $r_{щз} = 2 \text{ Зв} \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 1 \cdot 10^{-3}$ . Такий же сумарний ризик від злоякісних утворень різних органів і тканин може бути реалізований під час рівномірного опромінення всього тіла за умови еквівалентної дози опромінення  $H_E = 0,08$  Зв.

Так, через те що  $r_{щз} = r_w$  усього тіла, або  $1 \cdot 10^{-3} = H_E \cdot S_T$  тіла, у такий спосіб  $1 \cdot 10^{-3} = H_E \cdot 1,25 \cdot 10^{-2}$ , тоді  $H_E = 1 \cdot 10^{-3} / 1,25 \cdot 10^{-2} = 0,08$  Зв.

Складаючи норми радіаційного опромінення, МКРЗ виходила з таких принципів:

1. Еквівалентна доза опромінення окремих осіб не має перевищувати межі, рекомендованої комісією відповідним рівням.

2. Використання джерел іонізуючого випромінювання не має застосовуватися на практиці, якщо воно не дає реальної користі.

3. Усі дози опромінення мають підтримуватися на таких низьких рівнях, які тільки можна досягти, урахувавши економічні та соціальні фактори. У спрощеному вигляді ці принципи можна викласти в такий спосіб:

1. Установлення меж індивідуальної еквівалентної дози.
2. Виправданість практичної діяльності.

### 3. Захист від дії радіаційного випромінювання.

Захист працівника від негативного впливу джерела зовнішнього іонізуючого випромінювання досягається шляхом:

- зниження потужності джерела випромінювання до мінімально необхідної величини ("захист кількістю");
- збільшення відстані між джерелом випромінювання та працівником ("захист відстанню");
- зменшення тривалості роботи в зоні випромінювання ("захист часом");
- встановлення між джерелом випромінювання та працівником захисного екрана ("захист екраном").

Захисні екрани мають різну конструкцію і можуть бути стаціонарними, пересувними, розбірними та настільними. Вибір матеріалу для екрана та його товщина залежать від виду іонізуючого випромінювання, його рівня та тривалості роботи.

Для захисту від альфа-випромінювання немає необхідності розраховувати товщину екрана, оскільки завдяки малій проникній здатності цього випромінювання шар повітря в кілька сантиметрів, гумові рукавички вже забезпечують достатній захист.

Для захисту від бета-випромінювання використовують екрани із матеріалів з невеликою атомною масою для запобігання утворенню гальмівного випромінювання (алюміній, органічне скло, пластмас).

Для захисту від гамма-випромінювання використовують екрани із матеріалів, що мають велику атомну масу (свинець, чавун).

Для захисту від потоку нейтронів використовують тришарові екрани:

- перший шар служить для уповільнення руху нейтронів (вода, парафін, бетон);
- другий шар для поглинання нейтронів (кадмій або бор);
- третій шар для поглинання гамма-променів, що з'являються при захопленні нейтронів (свинець).

Товщину захисного екрана від гамма-впромінювання  $\text{сіу}$  (см) наближено можна визначити за формулою:

$$d\gamma = \ln k / I\gamma,$$

де  $I\gamma$  - коефіцієнт лінійного послаблення;

$\ln k$  - кратність послаблення (відношення дози випромінювання без захисту до гранично допустимої дози).

На практиці для визначення товщини захисного екрана часто використовують спеціальні таблиці, чи монограми.

### Коллективні засоби захисту

**Сховище** – складається з основних і допоміжних приміщень (рис.1). До основних відносяться приміщення для людей, які укриваються - 4, тамбури, шлюзи - 2, а до допоміжних – фільтровентиляційні камери - 6, санітарні вузли - 3, захищені дизельні електростанції, входи - 1 (тамбури і передтамбури) і виходи - 5, медична кімната - 7, кладова для продуктів 8. Приміщення для розміщення тих, хто укривається, розраховуються на визначену кількість людей: на одну людину передбачається не менше 0,5 м<sup>2</sup> площі підлоги і 1,5 м<sup>3</sup> внутрішнього об'єму. Висоту приміщень укриття приймають у відповідності з вимогами використання їх в мирний час, але не менше 2,2 м від відмітки підлоги до низу виступаючих конструкцій перекриття (покриття).

Велике за площею приміщення розбивається на відсіки місткістю 50-75 чоловік. У приміщеннях (відсіках) обладнуються двох- чи трьох-ярусні нари – лави для сидіння і полиці для лежання. Відстань від верхнього ярусу до перекриття чи виступаючих конструкцій повинна бути не менше 0,75 м.

Приміщення сховищ, де розташовуються люди, добре герметизують для того, щоб у них не проникало заражене радіоактивними, отруйними речовинами і бактеріальними засобами повітря. Цього можна досягти підвищеною щільністю стін і перекрить, знищенням в них тріщин, отворів і відповідним обладнанням входів.



Кожне сховище має не менше двох входів, розташованих у протилежних сторонах з урахуванням напрямку руху основних потоків укриття, а вбудоване сховище повинно мати і аварійний вихід.

Входи в сховища обладнуються у вигляді двох шлюзових камер (тамбурів), відокремлених від основного приміщення і перегороджених між собою герметичними дверима. Для сховищ місткістю від 300 до 600 чоловік обладнується однокамерний, а більше 600 чоловік – двокамерний тамбур-шлюз. Ззовні вхід обладнується міцними захисно-герметичними дверима, які здатні витримати тиск ударної хвилі ядерного вибуху.

В укриттях обладнують аварійний вихід. Він являє собою підземну галерею з виходом на незавалену територію через вертикальну шахту, яка закінчується міцним оголів'ям. Аварійний вихід закривається захисно-герметичними дверима чи іншим пристроєм, який відкривається, для відсікання ударної хвилі.

В окремо стоячих укриттях допускається один з виходів, який розташовано поза зоною можливих завалів. Аварійні виходи слід розташовувати вище рівня ґрунтових вод.

Вихід з укриття в підземну галерею повинен обладнуватись захисно-герметичними і герметичними дверима, які встановлюються відповідно з зовнішньої і внутрішньої сторони стіни.

У фільтровентиляційній камері розміщується фільтровентиляційний агрегат ФВА-49 (ФВК-1, ФВК-2), який забезпечує вентиляцію приміщень укриття і очищення зовнішнього повітря від радіоактивних, отруйних та бактеріальних засобів. На рис. 2 показана принципова схема системи фільтровентиляції.

**Підвали** у кам'яних будинках послаблюють радіацію у 200-300 разів, середня частина підвалу кам'яного будинку у декілька поверхів – в 500-1000 разів, підвали у дерев'яних будинках – в 7-12 разів.

Під протирадіаційні укриття (ПРУ) можуть використовуватись і наземні поверхи споруд та будівель. Більш придатні для цього кам'яні та

цегляні будинки (рис. 3), які мають капітальні стіни і невеликі площі проїомів. Перші поверхи багатоповерхових кам'яних споруд послаблюють радіацію в 5-7 разів, а верхні (за винятком останнього) – в 50 разів. Місткість ПРУ у залежності від площі приміщень укриття може бути 50 чоловік і більше. В ПРУ передбачають основні та допоміжні приміщення. До основних відносяться приміщення для укриваємих, а до допоміжних санітарні вузли, вентиляційні та інші. Площа приміщення для розміщення укриваємих розраховується виходячи з норм на одного укриваємого 0,4-0,5 м<sup>2</sup>. Висоту приміщень ПРУ у заново проектуємих будівлях приймають не менше 1,9 м від відмітки підлоги до низу виступаючих конструкцій (покрить). В основних приміщеннях ПРУ обладнують двох- чи трьохярусні нари – лавки для сидіння і полиці для лежання.

При розміщенні ПРУ у підвалах, підпіллях, гірських виробках, печерах, погребях та інших заглиблених приміщеннях висотою 1,7-1,9 метрів передбачають одноярусне розташування нар.

У ПРУ місткістю більше 300 чоловік передбачають вентиляційне приміщення, розмір якого визначається габаритами обладнання і площею, необхідною для його обслуговування. У ПРУ місткістю 300 чоловік і менше вентиляційне обладнання допускається розміщувати безпосередньо у приміщеннях для укриваємих.

Для зберігання зараженого одягу при одному з виходів передбачається спеціальне місце. Воно відділяється від приміщень для укриваємих негорючими перегородками з межею вогнетривкості 1 год.

В укриттях місткістю до 50 чоловік замість приміщення для зараженого одягу допускається обладнання при входах вішалок, які розміщуються за завісами.

В ПРУ обладнується не менше двох входів, розташованих у протилежних сторонах укриття під кутом 30 градусів один до одного. У входах встановлюють звичайні двері, які ущільнюють у місцях зіткнення з дверними коробками.

## Тема 1.4. Уражальні чинники ядерного вибуху

### План

1. Загальна характеристика ядерної зброї.
2. Види ядерної зброї. Види ядерних вибухів.
3. Характеристика факторів ураження ядерного вибуху.

#### **1. Загальна характеристика ядерної зброї.**

Серед сучасних засобів ведення військових дій ядерна зброя має найбільшу руйнівну силу.

В основі ядерної зброї лежить використання внутрішніх ядерних реакцій: поділ важких елементів урану - 233, урану - 235, плутонію -239 і синтезу атомів гелію з легких елементів - дейтерію і тритію. У розрахунку на одиницю результативної маси реакція синтезу дає вихід енергії в 4 рази більше порівняно з реакцією поділу. При рівній кількості реагуючих речовин в процесі ядерних реакцій виділяється у мільйони разів більше енергії, ніж у процесі хімічних реакцій, які відбуваються при вибуху звичайного боєприпасу.

Уся енергія звичайного вибуху витрачається на утворення вибухової хвилі і розлітання уламків снарядів. Енергія ядерного вибуху витрачається на утворення великої кількості уражаючих факторів, основними із яких є вибухова хвиля (припадає 50% всієї енергії вибуху), світлове випромінювання (35%), проникаюча радіація в момент вибуху (5%), утворення продуктів поділу ядерного заряду (10%). На відміну від усіх попередніх видів зброї, ядерна зброя здатна одночасно вирішувати не тільки оперативні і тактичні завдання, але і стратегічні завдання війни.

#### **Особливостями уражаючої дії ядерної зброї є:**

- одномоментність появи санітарних втрат;
- їх масовий характер;
- складна структура.

Так, при несподіваному нападі із застосуванням ядерної зброї загальні людські втрати можуть сягати до 50-60% від загальної чисельності населення міста. При цьому 1/3 людських втрат будуть незворотні, 2/3 становитимуть санітарні втрати. У структурі санітарних втрат в епіцентрі ядерного вибуху 50-60% будуть складати комбіновані ураження.

Особливості санітарних втрат у сполученні з важкою ситуацією у зоні ядерного ураження та на сліді радіоактивної хмари будуть зумовлювати складність постанови завдань та визначення характеру дій, спрямованих на захист особового складу військ і населення та надання медичної допомоги потерпілим.

## **2. Види ядерної зброї. Види ядерних вибухів.**

Відомі три основних види ядерної зброї:

- власне ядерна (або атомна зброя),
- термоядерна,
- нейтронна.

Ядерні боєприпаси основані на принципі використання енергії поділу ядер урану-235 або плутонію-239, ядра яких легко розчіплюються на дві частки від ударів повільних нейтронів. Ядра природного урану-238 розчіплюються важко, тільки під дією удару дуже швидких нейтронів.

Ланцюгова реакція поділу, що призводить до ядерного вибуху, виникає лише при наявності певної кількості речовини, яка називається критичною масою.

При сферичній формі заряду критична маса для урану-235 становить біля 30 кг, для плутонію-239 - 6 кг. У ядерних боєприпасах вона може бути утворена двома способами: імплзії (направленого в середину вибуху, внаслідок чого збільшується щільність речовини) або зближення, за рахунок вибуху, уранових і плутонієвих півкуль, кожна із яких окремо менша критичної маси і не вибухає.

Вибух ядерного боєприпасу відбувається наступним чином. На певній висоті спрацьовує дистанційний детонатор, підриваються порохові заряди, силою їх вибуху півкулі урану або плутонію зближуються, при цьому утворюється критична маса і відбувається ланцюгова реакція поділу.

Термоядерні боєприпаси містять в собі всі частини ядерної бомби і, крім того, термоядерний заряд і природний уран-238 (у корпусі бомби). Вибух термоядерної бомби відбувається в три стадії (треступенева бомба) на основі реакцій поділ - синтез - поділ.

Термоядерний заряд складається з ізотопів водню (дейтерію -  $^2\text{H}$ , тритію -  $^3\text{H}$ ) і літію -  $^6\text{Li}$ . Найбільш часто застосовуються сполуки літію з дейтерієм - дейтерид літію –  $^6\text{Li}^2\text{H}$ .

Вибух термоядерного боєприпасу протікає в три стадії:

- вибухає ядерний заряд урану або плутонію (ланцюгова реакція поділу ядер) з утворенням всередині бомби температури в декілька мільйонів градусів;
- під дією високої температури відбуваються термоядерні реакції синтезу ядер гелію із дейтерію, тритію та літію з виділенням дуже швидких нейтронів з енергією 10-20 MeV;
- швидкі нейтрони, бомбардуючи ядра урану -238, визивають поділ урану з додатковим виділенням величезної енергії.

Якщо потужність зарядів, в яких використовуються реакції поділу важких ядер, обмежена (порядку 500 тис. т), то використання реакцій синтезу в термоядерних боєприпасах дозволяє створити зброю практично з необмеженою потужністю.

Нейтронні боєприпаси являють собою малогабаритний термоядерний заряд потужністю не більше 10000 т, у якого основна доля енергії виділяється за рахунок реакції синтезу ядер дейтерію і тритію, а кількість енергії, отриманої внаслідок поділу важких ядер у детонаторі мінімальна, але достатня для початку реакцій синтезу. Нейтронна складова проникаючої радіації такого

малого по потужності ядерного вибуху буде основною уражаючою силою для особового складу військ.

Для нейтронного боєприпасу на однаковій відстані від епіцентру вибуху доза проникаючої радіації приблизно в 5-10 разів більша, ніж заряду поділу такої ж потужності. Відповідно, зменшується частка енергії, що припадає на ударну хвилю, світлове випромінювання та радіоактивне зараження місцевості.

Характерною для нейтронної зброї особливістю є утворення наведеної радіоактивності в матеріалах військової техніки і озброєння, деяких видах харчових продуктів і хіміко-фармацевтичних засобах.

Фізичні властивості нейтронів визначають їх високу здатність викликати молекулярні пошкодження в біохімічних структурах клітин організму людини. Внаслідок взаємодії нейтронів з водою, білками, ліпідами, жирами, вуглеводами і іншими біоорганічними сполуками організму проходить своєрідне розподілення в тілі людини поглиненої енергії (دوزи) нейтронного потоку. Оскільки нейтронне випромінювання має значно більшу біологічну дію в порівнянні з гама-випромінюванням, то прояв генетичних наслідків навіть важко уявити.

При дозі опромінення 15 рад (0,15 Гр), яка може бути отримана на відстані 2300 м від епіцентру вибуху нейтронного боєприпасу потужністю 1000 т, гостра променева хвороба не розвивається, проте в майбутньому імовірно виникнення злоякісних пухлин, лейкемії, а також передача опроміненими генетичних дефектів на декілька поколінь нащадків.

Сила вибуху ядерних і термоядерних боєприпасів вимірюється тротиловим еквівалентом, під яким умовно розуміють таку кількість звичайної вибухівки - тротилу, енергія вибуху якого буде рівноцінна вибуху певного ядерного чи термоядерного заряду.

**За силою вибуху ядерні боєприпаси умовно поділяють на п'ять калібрів:**

- надмалий (ТЕ - тротиловий еквівалент – до 1 кт),

- малий – (ТЕ – 1-10 кт),
- середній (ТЕ – 10-100 кт),
- великий (ТЕ – 100 кт-1 Мт),
- надвеликий (ТЕ – більше ніж 1 Мт).

За типом ядерну зброю поділяють: на нейтронну (надмалий та малий калібри), атомну (середній калібр) та термоядерну (великий та надвеликий калібри).

### **Види ядерних вибухів**

За висотою (глибиною) прийнято розрізняти такі види ядерних вибухів:

- космічні;
- висотні;
- повітряні;
- наземні;
- підземні;
- надводні;
- підводні.

Космічним називається вибух, який здійснюється на висоті декількох сотень кілометрів від поверхні землі, тобто в космічному просторі. Оскільки в космічному просторі повітря практично відсутнє, ударна хвиля в такому середовищі не утворюється.

Значна енергія вибуху виділяється у вигляді видимого, ультрафіолетового та інфрачервоного, які перетворюють конструктивні матеріали боєприпасу та його носія (ракети) в сильно іонізований газ. Іонізація в атмосфері порушує роботу космічних засобів радіозв'язку.

Висотним називається вибух, що відбувається на висоті декількох десятків кілометрів від поверхні землі, тобто за межами тропосфери.

При висотному ядерному вибуху значна частина енергії виділяється у вигляді світлового, ультрафіолетового та інфрачервоного, тому характерною рисою ядерного вибуху на великій висоті є надзвичайно сильна яскравість

вогняної кулі. Її світлове випромінювання може завдати пошкоджень зору на відстані більше 500 км, але опіки шкіри на таких відстанях мало ймовірно. Висотний ядерний вибух спричиняє сильну іонізацію у верхньому шарі атмосфери, що призводить до тривалого (протягом декількох годин) порушення радіозв'язку, внаслідок чого можуть виникати корабельні та авіаційні катастрофи.

При висотному ядерному вибуху дія на особливий склад військ та населення таких уражаючих факторів, як ударна хвиля, іонізуюче випромінювання і радіоактивне забруднення місцевості, практично виключені.

Повітряним називається вибух, який здійснюється на висоті декількох кілометрів від поверхні землі, тобто в межах тропосфери, але при цьому світлова куля не дотикається до поверхні землі. Повітряні вибухи, у свою чергу, поділяються на високі (відбуваються у верхніх шарах тропосфери) та низькі (відбуваються у нижніх шарах тропосфери).

Наземним називається вибух, який здійснюється над землею, коли світлова зона дотикається до неї і, як правило, має форму півкулі, що лежить основою на поверхні землі. При наземному ядерному вибуху велика кількість ґрунту диспергується і втягується повітряними течіями у хмару, змішуючись з радіоактивними продуктами ядерного вибуху. Утворений таким чином радіоактивний пил, осідаючи на поверхню землі, створює сильне радіоактивне зараження місцевості як у самому районі ядерного вибуху, так і на сліді радіоактивної хмари.

Уражаюча дія повітряної ударної хвилі, світлового та початкового іонізуючого випромінювань поширюється на трохи менші відстані, ніж при повітряному вибуху. Але при наземному вибуху утворюється сейсмічна хвиля, котра призводить до руйнувань найбільш міцних споруд у зоні вибуху.

Підземним називається вибух, який здійснюється під землею на будь-якій глибині від її поверхні. При цьому слід розрізняти експериментальні і бойові підземні ядерні вибухи. Експериментальні підземні ядерні вибухи



проводять у спеціальних шахтах на таких глибинах, при яких не відбувається викиду радіоактивних продуктів у відкритий простір.

Уражаючі фактори бойового підземного вибуху такі ж, як і при наземному вибуху, але більш слабкіші повітряна ударна хвиля, світлове та проникаюче випромінювання і більш потужніші сейсмічні хвилі у ґрунті та сильніше радіоактивне зараження як у районі вибуху, так і на сліді радіоактивної хмари.

Надводним називається вибух, під час якого світлова зона торкається поверхні води. Факторами ураження цього вибуху є ударна хвиля, а також хвилі, що утворюються на поверхні води. Дія світлового випромінювання і проникаючої радіації значно послаблюється екрануванням великої маси водяної пари. Сильне радіоактивне зараження води відбувається як у районі вибуху, так і в напрямі руху його хмари.

Підводним називається вибух під водою. Під час цього вибуху утворюється порожнистий водяний стовп (султан) з великою хмарою у верхній частині, яка складається з радіоактивної пари і газів. У результаті осідання водяного стовпа утворюється базисна хвиля. Основним фактором ураження є підводна хвиля, яка становить небезпеку для надводних кораблів і підводних човнів та різних споруд. Світлове випромінювання і проникаючу радіацію майже повністю поглинають товща води і водяна пара. Спостерігається сильне радіоактивне зараження води, кораблів та берегової смуги.

### **3. Характеристика факторів ураження ядерного вибуху**

Уражальними факторами ядерного вибуху, що приводять до санітарних втрат серед особового складу військ (населення) є:

- ударна хвиля,
- світлове випромінювання,
- проникаюча радіація під час вибуху,
- радіоактивне зараження місцевості,

- електромагнітний імпульс,
- дія ядерного вибуху на психіку.

Ударна хвиля основний фактор руйнівної та уражаючої дії. Представляє зону стислого повітря, яка утворюється за рахунок сильного розширення газів у центрі вибуху і розповсюджується з великою швидкістю (надзвуковою). Радіус дії залежить від потужності та виду вибуху, рельєфу місцевості і може бути від 1 до 30 км. По характеру дії на людину ударна хвиля принципово не відрізняється від звичайної зброї, але потужність значно вища.

В залежності від величини надлишкового тиску розрізняють наступні ступені ураження та руйнування:

- 20-40 кПа – легкий ступінь ураження (легка контузія, синяк, тощо) та зона слабких руйнувань;
- 40-60 кПа – середній ступінь ураження (вивихи кінцівок, контузії середньої важкості, кровотеча з вух, носа, тощо),
- 60-100 кПа – важкий ступінь ураження (сильні контузії, травми черепа та скелета, розриви органів черевної порожнини) та зона сильного руйнування;
- >100 кПа – вкрай важкий ступінь ураження (спостерігається пошкодження органів не сумісне з життям) та зона суцільного руйнування.

В залежності від виду вибуху та властивостей середовища, в якому він відбувається, окрім розглянутого уражаючого фактору можливі і інші, до яких відносяться сейсмічні хвилі у ґрунті, ударні хвилі у воді та поверхневі гравітаційні хвилі.

Сейсмічні хвилі виникають при утворенні зони сильного стиску у ґрунті, що має місце при наземних і підземних ядерних вибухах. Поширюючись в усі сторони від центру вибуху, сейсмічні хвилі призводять до руйнування і пошкодження підземних об'єктів, а також до коливання в поверхневому шарі землі, що нагадує землетрус. Руйнування споруд супроводжується виникненням механічних травм у особового складу військ та населення.

Підводний ядерний вибух супроводжується створенням у товщі води потужної ударної хвилі, а на поверхні води - гравітаційних хвиль (до 10-15 м висотою). Ударні хвилі у воді спричиняють руйнування підводних човнів і споруд, а поверхневі гравітаційні хвилі створюють затоплення берегової смуги.

Світлове випромінювання - потужний потік ультрафіолетового (13%), видимого (31%) та інфрачервоного (56%) випромінювання. Оскільки ультрафіолетове випромінювання сильно поглинається повітрям, основну уражуючу дію створюють видиме та інфрачервоне випромінювання.

Радіус дії світлового випромінювання в залежності від потужності та виду вибуху становить від 1 до 30 км. Швидкість розповсюдження – 10-20 с.

В залежності від величини світлового імпульсу опіки поділяються на 3 ступені важкості:

- 100-200 кДж/м<sup>2</sup> викликає опік I ступеню (почервоніння та набряк шкіри);
- 200-400 кДж/м<sup>2</sup> – опік II ступеню (утворення пухирів);
- більше 400 кДж/м<sup>2</sup> – опік III ступеню (омертвіння всіх шарів шкіри та прилеглих тканин).

Слід відзначити, що опіки у людей можуть виникати не лише від безпосередньої дії світлового випромінювання ядерного вибуху, але й внаслідок пожеж, займання одягу та інших чинників.

При дії світлового випромінювання на орган зору можливі три види світлового ураження очей:

- тимчасове осліплення, яке може тривати декілька хвилин;
- опік дна ока при прямому погляді на вибух;
- опіки роговиці та повік.

Проникаюча радіація. У момент вибуху, приблизно на протязі 15-20 с, внаслідок ядерних і термоядерних реакцій виходить дуже потужний потік іонізуючих випромінювань: гама-променів, нейтронів, альфа- і бета-частинок. Але до проникаючої радіації відносяться тільки гама-промені і потік

нейтронів, так як альфа- і бета-частинки мають короткий пробіг в повітрі і не володіють проникаючою здібністю.

Проникаюча радіація являється головним уражаючим фактором при вибухах нейтронних боєприпасів малої та надмалої потужності. Так при вибуху нейтронної бомби потужністю 1000 т, коли ударна хвиля і світлове випромінювання уражають у радіусі 130-150 м, сумарне гама-нейтронне випромінювання дорівнює: у радіусі 1 км - до 30 Гр; 1,2 км - 8,5 Гр; 1,6 км - 4 Гр; до 2 км - 0,75-1 Гр. При більш потужних вибухах радіус її уражаючої дії для людей буде значно меншим радіуса дії ударної хвилі або світлового випромінювання.

Радіоактивне зараження місцевості. Випадання на землю або акваторію радіоактивних речовин ядерного вибуху, а також радіація, наведена нейтронами в хімічних елементах оточуючого середовища, називається радіоактивним зараженням місцевості.

Особливість цього фактору полягає в тому, що радіоактивному зараженню місцевості піддаються дуже великі території і його дія продовжується довготривалий час (місяці і навіть роки).

**Існує три джерела радіаційного зараження:**

- продукти поділу ядерного заряду;
- радіація, наведена нейтронами;
- непрореагувала частина ядерного заряду.

**Розрізняють два види радіоактивного зараження:**

- зараження в районі вибуху;
- зараження у напрямку руху радіоактивної хмари.

При повітряних та висотних вибухах продукти поділу, що мають спочатку газоподібну форму, піднімаються разом з основною кулею у верхні шари тропосфери або у стратосферу. Коли вогняна куля охолоджується, радіоактивні речовини шляхом конденсації і коагуляції утворюють дуже дрібні частинки, які повільно осідають на різних відстанях від місця вибуху у вигляді локальних, напівглобальних і глобальних опадів.

Частинки, розміром до 1 мікрона, знаходяться в завислому стані місяці і роки. За цей час вони перемішуються з земною атмосферою і випадають рівномірно по всій земній кулі. По цій причині вони названі глобальними.

Частинки порядку 5-20 мікрон знаходяться в завислому стані декілька тижнів і встигають обійти земну кулю по тій географічній широті, на якій стався вибух. Такі опади називаються напівглобальними або кільцевими.

Частинки більших розмірів знаходяться в завислому стані приблизно добу і за цей час встигають випасти на місцевість, безпосередньо прилягаючу до району вибуху. Вони називаються локальними або місцевими.

**На радіоактивно зараженій місцевості можливі три види уражень:**

- зовнішнє опромінення;
- інкорпорація радіоактивних речовин;
- контактне ураження тіла (при забрудненні тіла і одягу).

Спад активності на радіаційно-зараженій місцевості відбувається за правилом Вейя-Вігнера (правило сімок): при збільшенні часу в 7 разів рівні радіації зменшуються у 10 разів. Так, якщо через годину після вибуху потужність дози 100 Р/год., то через 7 годин буде 10 Р/год., а через 49 годин - 1 Р/год.

Особливо швидко рівень радіації знижується в перші години і дні після вибуху, а потім залишаються речовини з довгим періодом напіврозпаду і зниження рівня радіації відбувається дуже повільно.

Доза опромінення (гама-променями) незахищеного особового складу на зараженій території буде залежати від рівня радіації, часу знаходження на зараженій території, швидкості спаду рівня радіації.

Електромагнітний імпульс. При ядерних вибухах внаслідок іонізації повітря і руху електронів з великими швидкостями виникають електромагнітні поля, які утворюють імпульсні електричні розряди і струми. Електромагнітний імпульс, який утворюється в атмосфері подібно блискавиці, може наводити сильні струми в антенах, електромережах тощо.

Цей фактор уражає, перш за все, електронну і радіотехнічну апаратуру, яка знаходиться на озброєнні, військовій техніці та інших об'єктах. Радіус дії електромагнітного імпульсу при повітряних вибухах потужністю 1 мегатона може поширюватися до 32 км, при вибуху потужністю 10 мегатон - до 115 км.

Якщо ядерні вибухи відбуваються поблизу ліній електромереж, зв'язку, які мають велику протяжність, то наведена в них напруга може розповсюджуватись по мережам на багато кілометрів і викликати ураження апаратури і особового складу, розташованого на безпечній відстані по відношенню до інших уражальних факторів ядерної зброї.

## **Тема 1.5. Екстрене реагування на ядерний вибух, зонування місця події**

### **План**

1. Зональний підхід.
2. Безпека працівників надзвичайних ситуацій.
3. Дезактивація критичної інфраструктури та утилізація відходів.

#### **1. Зональний підхід.**

Для ефективного реагування на ядерну детонацію потрібні всі наявні ресурси. Через географічне розгалуження впливу, служби реагування та організації управління надзвичайними ситуаціями будуть присутні в багатьох зонах, які обговорюються нижче. Окрім забезпечення власної безпеки, організації, що займаються реагуванням, повинні визначати пріоритет як для рятувальних заходів, так і для розвитку ситуаційної обізнаності, щоб сприяти скоординованому та швидкому реагуванню.

Оскільки керівництво з планування не може заздалегідь передбачити всі проблеми та рішення, встановлюється адаптований, зональний підхід до визначення пріоритетів заходів реагування та координації колективного розподілу обмежених ресурсів між юрисдикціями, штатами та регіональними організаціями. Цей підхід забезпечує гнучкість для служб реагування, які повинні обробляти величезну кількість інформації про інцидент і швидко генерувати пріоритетні дії реагування.

Зональний підхід адаптує реакцію на небезпеку, наявну в різних зонах навколо детонації. Однак, незалежно від зони, найкращий початковий захисний захід, який може вжити громадськість, це "Зайти всередину, залишатися всередині, стежити за оновленнями". Ці вказівки застосовуються до сценаріїв із обмеженим (десятьками хвилин) попередженням, а також інцидентами без сповіщення. Як і в усіх вказівках, безпосередні загрози життю

мають пріоритет, тому евакуація може бути виправданою у випадку пожежі, обвалення будівлі або невідкладної медичної допомоги.

*"Зайдіть всередину, залишайтеся всередині, стежте за оновленнями"* є найважливішою захисною дією, оскільки вона пом'якшує вплив радіоактивних випадіннь:

- необхідно зайти всередину підвалу або середини великої щільної будівлі, найкраще перебувати в укритті, коли надходять радіаційні випадіння. Будь-які укриття краще, ніж перебування на вулиці протягом тривалого часу;
- необхідно залишатися всередині протягом 12–24 годин, якщо немає додаткових вказівок;
- необхідно слідкувати за інструкціями та оновленнями. АМ/ФМ-радіо є найкращим, але телебачення, мобільний телефон або Інтернет важливі, якщо вони доступні.

### **Небезпечні зони**

Визначається п'ять ключових радіаційних та вибухових зон для планування операцій реагування та визначення пріоритетів дій. Кожна зона має різні пріоритети реагування та наслідки для виживання. Радіаційні зони перекриватимуть зони вибуху та спочатку збільшуватимуться з часом, оскільки випадіння осідають за вітром, а потім зменшуватимуться.

#### ***Радіаційні зони***

Залишкове випромінювання від ядерної детонації може створити постійну радіаційну небезпеку через тривалий час після того, як початкові наслідки зникнуть. Радіаційні випадіння утворюються, коли радіоактивний матеріал змішується з брудом і уламками, витягнутими під час приповерхневого вибуху. Через невизначеність щодо величини та напрямку випромінювання радіоактивних випадіннь, початкову інструкцію "Зайдіть всередину, залишайтеся всередині, слідкуйте за оновленнями" слід спочатку надати кожному в радіусі 50 миль, якщо не визначено конкретні зони небезпечного випромінювання. Рівень радіації швидко змінюється з часом.



Випадіння накопичуються за вітром, а потім швидко гаснуть, випромінюючи більше половини своєї енергії протягом першої години. Після перших кількох годин рівень радіації падає, що дозволяє реагувальникам отримати доступ до раніше заборонених зон.

Реагувальники можуть виконувати свої обов'язки, мінімізуючи ризики радіаційного опромінення, за умови, що вони мають відповідні знання та обладнання.

Наприклад:

- реагувальники без приладів виявлення радіації повинні укритися, поки не повідомлять, що реагувати безпечно;

- реагувальники з інструментами виявлення радіації повинні сховатися та використовувати своє обладнання для виявлення радіації для моніторингу та звітування про місцеві радіологічні умови:

- Якщо рівень радіації назовні перевищує 10 Р/год, рятувальники повинні продовжувати укриватися (якщо немає критичної проблеми з безпекою життя, наприклад, пожежі, обвалу будівлі або невідкладної медичної допомоги).

- Якщо рівень радіації на відкритому повітрі нижчий за 10 Р/год, реагувальники повинні оцінити свою безпосередню територію на предмет небезпеки. Проте протягом перших кількох годин реагувальники повинні залишатися поблизу відповідних укриттів і ретельно стежити за рівнем радіації. Якщо рівень радіації швидко зростає, реагувальники повинні негайно укритися.

- Працівники служби надзвичайних ситуацій повинні підтримувати індивідуальне радіаційне опромінення настільки низьким, наскільки це розумно досяжно, не перешкоджаючи їхній здатності рятувати та підтримувати життя.

### ***Зона Небезпечної Радіації (DRZ)***

Опис: зона, де радіоактивне забруднення створює інтенсивність опромінення на відкритому повітрі вище 10 Р/год. Рівень радіації достатньо

високий, щоб спричинити радіаційні травми або смерть, якщо люди опромінюються протягом тривалого часу. Ця зона досягає максимального розміру в перші кілька годин, а потім швидко зменшується в міру розпаду радіоактивних випадіннь.

Громадські дії: "Зайдіть всередину, залишайтеся всередині, слідкуйте за оновленнями" принаймні 12–24 годин, якщо не загрожує пожежа, обвалення будівлі чи інші безпосередні загрози. Слід шукати відповідні укриття в підвалах або в центрі більшої щільної забудови. Перебування в будь-яких укриттях, ніж перебування на вулиці протягом тривалого часу. Слід слідкувати за публічними повідомленнями про небезпечні зони та евакуацію.

Дії реагувальників: укритися на місці або уникати цієї зони, якщо не виконувати критично важливих, запланованих захисних заходів для великих груп населення. Реагувальникам у цій зоні потрібне обладнання для моніторингу радіації, щоб попередити їх про надмірне опромінення. Одягати засоби індивідуального захисту, які відповідають усім наявним небезпекам, у тому числі нерадіологічним. Співробітники служб надзвичайних ситуацій повинні входити в цю зону лише після того, як вони повністю поінформовані про ризики.

Додаткова інформація:

- зовнішнє опромінення домінує над загальною дозою опромінення. Вдихання або ковтання радіоактивних часток є вторинним занепокоєнням. Засоби індивідуального захисту для вдихання все ще можуть знадобитися для інших небезпек (наприклад, диму та пилу), хоча це не повинно бути пріоритетом занепокоєнь, пов'язаних з радіацією;

- опади та погода можуть створювати нерегулярні плями небезпечного рівня радіації, іноді далеко за межами основних зон випадіння. За можливості слід використовувати обладнання для виявлення радіації, щоб перевірити умови та ідентифікувати ці зони;

- оперативні органи охорони здоров'я та безпеки повинні встановити контрольні точки для максимальних доз і потужностей дози для

реагувальників, за межами яких операції вимагають обґрунтування тривалого опромінення реагувальників;

- більшість забруднень від радіоактивних випадіннь на людині можна усунути, змінивши одяг/взуття та змивши або витерши відкриту шкіру;
- під час евакуації люди повинні відійти від місця детонації та зон найбільшої концентрації радіоактивних опадів.

### ***Гаряча Зона (HZ)***

Опис: рівень опромінення на відкритому повітрі становить від 0,01 Р/год (10 мР/год) до 10 Р/год. Рівень радіації достатньо низький, щоб не було безпосередньої небезпеки, але достатньо високий, щоб вимагати захисних заходів, які зменшують довгострокові ризики для здоров'я, включаючи рак. Ця зона може простягатися в кількох напрямках на сотні миль. Ймовірно, вона досягне максимального розміру приблизно через добу, а потім зменшиться.

Громадські дії: "Зайдіть всередину, залишайтеся всередині, слідкуйте за оновленнями" принаймні 12–24 годин, якщо не загрожує пожежа, обвалення будівлі чи інші безпосередні загрози. У багатьох регіонах радіоактивні випадіння з'являться через годину чи більше після детонації. Треба слідкувати за публічними повідомленнями про небезпечні зони та евакуацію.

Дії реагувальників: необхідно стежити за рівнем радіації, звести до мінімуму радіаційний вплив, обмеживши час перебування на відкритому повітрі. Використовувати засоби індивідуального захисту для всіх наявних небезпек, особливо нерадіологічних небезпек.

### **Зони вибухового пошкодження**

Вибухова хвиля завдає шкоди будівлям та об'єктам інфраструктури зі зменшенням інтенсивності далі від нульової точки. Механізми пошкодження від вибуху та зона впливу залежать від рельєфу місцевості, щільності забудови, потужності та атмосферних умов. Служби реагування повинні визначити зони пошкоджень від вибуху шляхом візуального спостереження за пошкодженнями.

### ***Зона сильного пошкодження (SDZ)***

Опис: район, де мало, якщо такі є, будівель, які залишилися структурно вцілілими. Доступ і пересування в цьому районі будуть вкрай обмежені через завали та сміття. Ті, хто зовні під час детонації, не виживуть. Люди в міцних будівлях або підземних зонах можуть вижити, але будуть під загрозою через обвалення будівлі та вплив радіації. Пошкодження підземної інфраструктури всередині SDZ може вплинути на райони за межами SDZ (наприклад, пошкоджені водопровідні труби в SDZ, що впливає на тиск води в інших районах).

#### *Спостереження та міркування*

- SDZ може мати радіус  $\sim 1/2$  милі для детонації 10 кТ.
- Реагувальники повинні входити в цю зону з великою обережністю та лише для порятунку відомих постраждалих після оцінки потенційного радіаційного опромінення та інших небезпек.
- В SDZ виживе дуже мало людей. Деякі люди в межах великих захисних споруд; підземних гаражах; або тунелі метро під час вибуху можуть пережити перший вибух.
- Своєчасне реагування є неможливим у SDZ - операції реагування мають бути зосереджені насамперед на MDZ.

#### *Вибух*

- Очікується, що небагато будівель, якщо вони взагалі є, будуть структурно надійними або навіть стоятимуть.
- Наближаючись до нульової точки, усі будівлі будуть зруйновані, а вулиці стануть непрохідними через завали, глибина яких може досягати 30+ футів.

#### *Опромінення*

- Ті, хто знаходиться на вулиці під час детонації, можуть отримати смертельну дозу початкового опромінення, і навіть ті, хто знаходиться в будівлях, можуть отримати значну дозу.

- Підземні зони, такі як підземні гаражі або тунелі метро, можуть захистити від радіації.
- Залишкові рівні радіації від наземної активації та випадіння на відкритому повітрі, ймовірно, будуть небезпечними.

#### *Тепловий імпульс*

- Тепловий імпульс може стати передумовою для пожежі та спричинить смертельні опіки тим, хто має пряму видимість вогняної кулі.
- Впливи вибухової хвилі можуть запобігти подальшому розростанню пожеж шляхом ефективного роздування пожеж, що виникли в результаті теплового імпульсу і захоронення горючих матеріалів.

#### *Електромагнітний імпульс*

- Електромагнітний імпульс може пошкодити або вивести з ладу електронне обладнання. Деякі радіостанції комерційного діапазону AM/FM-відповідач все ще зможуть отримувати сигнали від передавачів за межами зони.
- Електропостачання та інша інфраструктура будуть відключені через вибухову хвилю та вплив електромагнітного імпульсу.

Громадські дії: слід залишатися вдома, якщо не загрожує пожежа, обвалення будівлі, невідкладна медична допомога чи інша неминуча загроза. Зачекати 12–24 годин, щоб рівень радіації знизився, а потім використовувати захищені шляхи евакуації (наприклад, з'єднання між будівлями, тунелі, центральні зони всередині будівель, виступи тротуарів і найкоротші відстані між суміжними спорудами), якщо це можливо.

Дії реагувальників: через ймовірні небезпечні рівні радіації на відкритому повітрі та технічну природу встановлення реагування в зоні майже повного знищення ця зона не є пріоритетною, і ресурси реагування слід використовувати в іншому місці. Не слід намагатися реагувати в межах SDZ, доки потужність дози радіації суттєво не впаде протягом кількох днів після ядерної детонації. Коли пізніше в реагуванні буде доступно більше ресурсів,

необхідно переоцінити потужності дози радіації в межах SDZ. Усі місії реагування мають бути обґрунтовані, щоб мінімізувати ризики для реагування.

### ***Зона помірного пошкодження (MDZ)***

Опис: зона зі значними пошкодженнями більшості конструкцій і незначними пошкодженнями сильно укріплених конструкцій. Люди в цій зоні можуть отримати травми або смерть від надлишкового тиску вибуху, обвалу будівлі, розлітаються уламків, пожеж і термічних опіків. Радіаційні ураження та смерть можуть статися навіть після інцидентів без значних випадінь.

#### *Спостереження та міркування*

- У MDZ значні пошкодження будівель. Пошкодження MDZ можуть становити ~ 1 милію від нульової точки для ядерної детонації потужністю 10 кТ.

- Багато постраждалих у MDZ виживуть і отримають найбільшу користь від невідкладної медичної допомоги, порівняно з тими, хто вижив в інших зонах.

- У MDZ слід очікувати низку небезпек, включаючи підвищений рівень радіації, обірвані лінії електропередач, розриви газопроводів, нестабільні конструкції, гострі металеві предмети, розбите скло, токсичний пил від обвалених будівель, розбиті паливні баки та інші небезпеки.

- Видимість у більшій частині MDZ може бути обмежена через пил, що піднімається від обвалених будівель, і дим від пожеж.

- Водна інфраструктура може бути пошкоджена, що обмежить роботу пожежогасіння.

#### *Вибух*

- Будівлі в MDZ матимуть значні конструктивні пошкодження та підірвані інтер'єри. Будуть присутні зруйновані лінії інженерних комунікацій, перекинуті автомобілі, обломи дахів, зруйновані будівлі та пожежі. Більш міцні будівлі (наприклад, залізобетонні) залишаться стояти, але інші комерційні та багатоквартирні житлові будівлі можуть впасти або стати

структурно нестабільними, а більшість будинків з дерев'яним каркасом буде зруйновано.

- На вулицях очікується велика кількість завалів і непрацюючих транспортних засобів, що ускладнить або унеможливить евакуацію та проїзд транспортних засобів без розчищення вулиці. Ближче до нульової точки завали повністю заблокують вулиці, і для розчищення знадобиться важка техніка.

#### *Опромінення*

- Для приповерхневих детонацій, які викликають випадіння, небезпечні рівні радіації будуть існувати за вітром від нульової точки в межах MDZ.

- Початкове опромінення може спричинити значну дозу опромінення для тих, хто знаходиться ззовні під час детонації, особливо для потужностей менше 10 кТ.

#### *Тепловий імпульс*

- Для повітряних вибухів і потужності понад 10 кТ, тепловий імпульс розпочне пожежі та спричинить смертельні опіки тим, хто має пряму видимість вогняної кулі.

- Залежно від погодних умов пожежі в MDZ можуть швидко поширюватися та перерости в масову пожежу.

#### *Електромагнітний імпульс*

- Електромагнітний імпульс може пошкодити або вивести з ладу деяке електронне обладнання в цій зоні; однак більшість обладнання, що працює від акумулятора, має працювати після циклічного ввімкнення живлення (вимкнення та повторного ввімкнення).

- Незахищене обладнання, підключене до настінних розеток, може бути пошкоджено через стрибок напруги.

- Радіостанції комерційного діапазону АМ/ФМ зможуть отримувати сигнали від передавачів за межами зони.

- Ймовірно, у цьому районі не буде електроенергії.

Громадські дії: слід негайно шукати притулки у великій щільній забудові. Залишатися в укритті, якщо не загрожує пожежа чи обвалення будівлі. Налаштувати місцеве радіо, щоб визначити небезпеку радіації. Евакуюватися за вказівкою або за наявності небезпечних для життя умов, таких як неминучий обвал будівлі, пожежа або невідкладна медична ситуація.

Дії реагувальників: MDZ має найбільший потенціал для порятунку життя завдяки діям раннього реагування. Слідкувати за рівнями радіації та уникати DRZ. За можливості виконувати рятувальні заходи, такі як пожежогасіння. Одягати засоби індивідуального захисту, які відповідають нерадіологічним загрозам (наприклад, вогонь, гострі предмети, небезпечний пил, дим) і дотримуватися наведених нижче вказівок щодо радіаційного моніторингу.

- Якщо MDZ за межами DRZ (тобто рівень впливу менше ніж 10 Р/год): боротьба з пожежами та підтримка евакуації. Пожежа та обвалення будівлі є безпосередньою та прямою загрозою в цій зоні. Організації реагування повинні розчистити та підтримувати безпечні евакуаційні коридори. Слід використовувати обладнання радіологічного моніторингу, яке попереджає користувачів, якщо вони наближаються до HZ або DRZ.

- Якщо MDZ із перекриттям DRZ (тобто рівень опромінення понад 10 Р/год): керувати пожежами дистанційно, якщо це можливо, рекомендувати укриття, якщо це безпечно, і забезпечити громадський вихід, щоб уникнути небезпечних для життя умов. Звести до мінімуму діяльність служб реагування на відкритому повітрі. Слідкувати за радіологічними умовами та, коли це можливо, працювати за межами DRZ. Виконувати лише короткі, цілеспрямовані та критичні дії, щоб уникнути непотрібного впливу. Доступ до DRZ з часом збільшиться, оскільки рівень радіації зменшиться. Реагувальники в цій зоні повинні мати обладнання для моніторингу радіації високого діапазону, яке попереджає їх про високі рівні опромінення та надмірну дозу. У MDZ пожежа та обвалення будівлі становлять безпосередню загрозу. Організації реагування повинні застосовувати оборонну тактику, щоб



підтримувати евакуаційні коридори та сприяти евакуації в зонах, коли це безпечно. MDZ має бути в центрі уваги ранніх операцій з порятунку життя. Діяльність реагування має бути зосереджена на евакуації населення, що перебуває під загрозою, та медичному сортуванні поранених.

### ***Зона Легкого Пошкодження (LDZ)***

Опис: зона, де скло вікон може розбитися з достатньою силою, щоб поранити тих, хто поруч із ними. Більшість структур буде пошкоджено зовні, але лише деякі зазнають структурних пошкоджень

- Пошкодження LDZ можуть становити ~ 3 милі від нульової точки для ядерної детонації потужністю 10 кТ. Пошкодження в цій зоні змінюватимуться, тому що ударні хвилі відбиваються від будівель, місцевості та атмосфери.

### ***Вибух***

- Вибух пошкодить неукріплені конструкції та призведе до травм. Більшість травм не становлять загрози для життя, і самолікування/амбулаторне лікування може допускатися.

### ***Опромінення***

- Для приповерхневих детонацій, які викликають випадіння, небезпечні рівні радіації можуть існувати за вітром від нульової точки в межах LDZ. Радіаційне випадіння, ймовірно, прибуде за 10 хвилин або більше.

- Початкова радіація навряд чи спричинить значне опромінення (навіть для тих, хто знаходиться на відкритому повітрі), за винятком випромінювання менше 1 кТ.

### ***Тепловий імпульс***

- Для повітряних вибухів і потужності понад 10 кТ, тепловий імпульс може стати передумовою пожежі та спричинить смертельні опіки тим, хто має пряму видимість вогняної кулі в частині LDZ, що найбільш близька до детонації.

### *Електромагнітний імпульс*

- Більшість обладнання, що працює від акумулятора, не буде пошкоджено, але деяке обладнання може втратити певну функціональність. Обладнання, що працює від батареї, має працювати після циклічного ввімкнення живлення (вимкнення, а потім знову ввімкнення).
- Обладнання, підключене до настінних розеток без захисту від перенапруг, може бути пошкоджено через стрибок напруги.
- Радіостанції комерційного діапазону АМ/FM продовжуватимуть отримання сигналів від передавачів за межами зони.
- Через дестабілізацію електромережі електроенергія, ймовірно, буде відключена в більшості, якщо не у всіх, LDZ.

Громадські дії: потрібно шукати відповідне притулки в підвалах або в центрі більших бетонних або залізобетонних будівель. Після вибуху знадобиться 10 або більше хвилин, щоб знайти належний захист, перш ніж прибуде радіоактивне випадіння. Залишатися в укритті протягом 12–24 годин, якщо не надано альтернативних інструкцій або якщо загрожує безпосередня небезпека через пожежу, обвал будівлі, невідкладну медичну допомогу чи іншу неминучу загрозу.

Дії рятувальників: надавати допомогу постраждалим із серйозними травмами та направляти пацієнтів із легкими травмами до місць сортування. Підтримуйте заходи реагування в MDZ. Слідкувати за рівнями радіації та уникати DRZ.

- Якщо LDZ за межами DRZ (тобто рівень опромінення менше 10 Р/год): ліквідуйте пожежі, розчищайте маршрути та рекомендуйте притулки, але не перешкоджайте самоевакуації. Евакуація не потрібна для зменшення радіологічної небезпеки, але може бути виправдана через небезпечні умови притулки (погода, пожежа, невідкладна медична допомога, дим тощо). Реагувальники повинні підтримувати евакуаційні коридори та надавати допомогу пораненим. Якщо має місце підвищений рівень радіації (тобто НЗ), слід змусити людей виїхати із забрудненої території. Визначити пункти збору

поранених і локації для Радіаційного Сортування, Допомоги та Транспортування (RTR).

- Якщо LDZ із перекриттям DRZ (тобто рівень впливу більше 10 Р/год): слід керувати пожежами (якщо потрібно, щоб запобігти поширенню) і рекомендувати укриття, якщо це безпечно. Звести до мінімуму діяльність служб реагування на відкритому повітрі. Слідкувати за радіологічними умовами та, коли це можливо, працювати за межами DRZ. Проводити лише короткі, цілеспрямовані, критичні дії в DRZ. Відкласти усі потреби, що не вимагають негайного реагування. Якщо гасіння пожежі необхідне в DRZ, розглянути підходи, які не вимагають фізичної присутності реагувальників (наприклад, вертолітна техніка).

Додаткова LDZ інформація:

- Особи без поранень та ті, хто має легкі травми, повинні шукати відповідного укриття.
- Пошкоджені та покинуті транспортні засоби блокуватимуть дороги, перешкоджаючи або сповільнюючи доступ транспортних засобів екстреної допомоги.
- Якщо це безпечно, самолікування та перша допомогу, організовану громадою слід здійснювати в цій зоні. Більшість травм, отриманих у LDZ, не становитимуть загрози для життя. Якщо постраждалі рухливі, їх слід направити до локацій RTR.

## **2. Безпека працівників надзвичайних ситуацій.**

Національна Рада з радіаційного захисту та вимірювань (National Council on Radiation Protection and Measurements) (NCRP) визначає працівників надзвичайних ситуацій як тих, хто буде допомагати з реагуванням на радіологічний або ядерний інцидент, визнаючи, що більшість працівників екстрених служб мають роботу, яка регулярно не піддає їх значному випромінюванню.

Працівники надзвичайних ситуацій включають персонал правоохоронних органів, пожежників, постачальників екстреної медичної допомоги та персонал з ремонту інфраструктури.

Щоб керувати безпекою працівників надзвичайних ситуацій, організації з реагування на інциденти повинні дотримуватися Національної системи управління інцидентами (National Incident Management System) (NIMS) і Системи управління інцидентами (Incident Command System) (ICS). На всіх рівнях управління ICS є стандартом реагування на надзвичайні ситуації та сприяє безпечній роботі в дуже небезпечних середовищах.

Прогнозного моделювання недостатньо для прийняття рішень щодо захисту працівників. Вимірювання радіації та спостереження за хмарами радіаційних випадків мають вирішальне значення для підтвердження територій, уражених радіоактивними опадами, та прийняття обґрунтованих рішень щодо захисних заходів.

Вимірювання радіації та визначення зони є основними заходами для обмеження та уникнення радіаційного опромінення.

#### *Стратегія безпеки працівників надзвичайних ситуацій*

Програма безпеки працівників надзвичайних ситуацій повинна бути інтегрована в загальне планування роботи та переглядати оперативні завдання, аналізувати небезпеки для працівників і встановлювати необхідні засоби захисту. Не можна очікувати, що робітники служб першого реагування матимуть радіологічну експертизу; однак у контексті надзвичайної ситуації вони повинні планувати та керувати діями реагування, які включають радіаційне опромінення.

Якщо термінові рятувальні дії більше не потрібні, слід застосувати відповідні нормативні обмеження.

#### *Дозиметрія реагування на надзвичайні ситуації*

Перші 72 години після ядерної детонації стануть періодом суворих умов, коли деякі рятувальники не матимуть повного обладнання для вимірювання та контролю дози радіації. Це буде хаотичний час, і органи

охорони здоров'я та безпеки можуть бути змушені адаптувати або змінити свої звичайні практики та очікування. Хоча на першому етапі реагування можуть знадобитися винятки, контроль опромінення служб першого реагування і працівників екстреної служби є критично важливим.

#### *Призначення дози працівникам надзвичайних ситуацій*

Призначення дози для людини не потребує спеціального обладнання чи пристроїв, але воно має базуватися на найкращій доступній інформації.

Альтернативні методи визначення дози опромінення включають моніторинг і реконструкцію дози:

- Моніторинг: використання радіаційних детекторів, які дають дані про рівень радіаційного опромінення в реальному часі та, де це можливо, кумулятивне опромінення.

- Реконструкція дози: ретроспективна оцінка дози на основі представників осіб/популяцій. За умови належного планування контроль і моніторинг дози працівників екстрених служб можна належним чином виконувати за допомогою старішого, менш потужного обладнання та перероблених профілактичних радіологічних/ядерних детекторів. Моніторинг потужностей дози та відстеження інформації про час і місцезнаходження для кожного екстреного працівника часто може бути достатнім як базова дозиметрія екстреного працівника.

#### *Засоби індивідуального захисту*

Зовнішнє опромінення від проникаючої радіації є основною небезпекою, на відміну від вдихання або проковтування. Проникаюча радіація може проникати через одяг, стіни, захисні костюми, автомобілі тощо. Виходячи зі спостережень під час минулих випробувань ядерної зброї, захист органів дихання зазвичай не потрібен для усунення небезпек радіоактивних випадінь (Levanon & Pernick, 1988). Захист органів дихання слід вибирати на основі нерадіологічних небезпек, таких як дим, пил або пари. Вибір засобів індивідуального захисту має ґрунтуватися на нерадіологічних небезпеках (пожежі, токсичні промислові хімікати, гострі уламки тощо) у зонах

пошкодження. Для радіологічної небезпеки найважливішим обладнанням є детектор радіації, який попереджає працівників про рівні радіації, що викликають занепокоєння.

### **3. Дезактивація критичної інфраструктури та утилізація відходів.**

На ранніх етапах реагування дезактивація інфраструктури повинна бути обмежена інфраструктурою, необхідною для виконання рятувальних місій і стабілізації Ліній життя громади (Community Lifelines). Лінії життя громади (Community Lifelines) – це структура FEMA (Федерального Агентства Управління з Надзвичайних Ситуацій), що представляє основний набір послуг, які є основоположними для функціонування громади. Існує сім Ліній життя громади — безпека та захист; їжа, вода, притулок; здоров'я та медицина; енергетика (електроенергія та паливо); комунікації; транспортування; і небезпечні матеріали. Служби та компоненти Ліній життя громади включають медичні заклади, електростанції, водоочисні споруди, аеропорти, мости та шляхи евакуації. Щоб громада могла оговтатися після радіаційного або ядерного інциденту, усі компоненти Ліній життя громади мають бути стабілізовані, включаючи будь-яку необхідну дезактивацію. Забруднену інфраструктуру слід визначати пріоритетом на основі оцінених рівнів радіаційного опромінення, щоб визначити, чи краще відкласти дезактивацію.

Після детонації утворюється величезна кількість забруднених, небезпечних матеріалів (HAZMAT) і незаражених відходів. Плани реагування на ядерні інциденти повинні включати пріоритети утилізації відходів та вказівки щодо вирішення питань з цими відходами. Персонал з утилізації відходів повинен бути залучений до планування та реагування, щоб визначити зони зберігання на ранній стадії реагування. Посадові особи повинні оцінити свій місцевий інвентар активів утилізації відходів для підтримки негайної діяльності з відновлення. Плани розподілу відходів і розміщення місць утримання мають виходити за межі розподілу та зберігання сміття, включати

перевірку сміття на наявність людських останків, забезпечення безпеки місця, оцінку впливу на навколишнє середовище та здоров'я людини тощо.

## Тема 1.6. Оповіщення громадськості та комунікація

### План

1. Важливість публічних тривог, попереджень і сповіщень.
2. Комунікація та громадська готовність.
3. Комунікаційні пріоритети негайного реагування.

#### **1. Важливість публічних тривог, попереджень і сповіщень.**

У будь-якій надзвичайній ситуації адекватна підготовка, своєчасні сповіщення та дієві попередження допомагають мешканцям постраждалої громади, надаючи критичні повідомлення про безпеку, щоб захистити їх. Одразу після ядерної детонації миттєва система сповіщень є необхідною, щоб повідомити людям у зоні ураження, як уникнути смерті та травм від радіації.

Тривога терміново інформує одержувачів про те, що сталося або може статися щось важливе. Різниця між тривогами та попередженнями не завжди є чіткою, оскільки попередження також може служити тривоною, і тривога може містити певну додаткову інформацію, таку як захисні заходи.

Сповіщення - це повідомлення, яке інформує юридичну чи фізичну особу про ситуацію. Сповіщення можуть надходити під час процесу розробки плану або в будь-який час протягом життєвого циклу інциденту, події чи загрози. Прикладами сповіщень можуть бути накази про активацію, призначення місії, розгортання команд або інформування державних службовців і місцевих чиновників і громадськості про стихійні лиха, тероризм або напади.

Попередження, яке зазвичай слідує за сповіщенням, надає більш детальну інформацію, вказуючи, хто знаходиться в зоні ризику, де знаходиться ризик, хто надсилає попереджувальне повідомлення та які захисні дії потрібно вжити. Випуск повного повідомлення іноді вважається завершальним етапом процесу тривоги та попередження.



Усі катастрофи локальні. Оскільки служби першого реагування готуються до реагування на перші наслідки інциденту, місцеві посадовці, які мають повноваження щодо оповіщення населення, зобов'язані швидко та ефективно повідомляти громадськість про дії для захисту життя та майна. Це особливо важливо в ситуації ядерної детонації, яка має невелике попередження або взагалі його не має.

Оперативне планування системи сповіщень є життєво важливим для ситуації ядерної детонації. Після детонації існуватиме мертва зона зруйнованої електричної мережі, веж стільникового зв'язку та відключень Інтернету. Занепокоєння щодо небезпечного випромінювання сильно вплине на громадськість, яка шукатиме вказівок щодо захисних дій.

Повідомлення "Зайдіть всередину, залишайтеся всередині та слідкуйте за оновленнями" працює як до, так і після детонації. Можна очікувати, що продовження надсилання цього повідомлення запобіжить тисячам постраждалих від радіоактивних опадів у великих міських районах, якщо воно буде надано в перші кілька годин (чим раніше, тим краще). Повідомлення перед детонацією можуть допомогти запобігти випромінюванню радіоактивних опадів і зменшити кількість постраждалих від початкових наслідків.

Інші типи інцидентів вимагають надзвичайно швидкого укриття на місці до або після події або наказів про евакуацію, наприклад, землетруси, цунамі, аварійні ситуації на АЕС, лісові пожежі, раптові повені або прориви дамб, а також розливи небезпечних матеріалів. Інформація та вказівки щодо загальнодоступних сповіщень є важливими, оскільки деталі щодо методів, часу та інших факторів мають вирішальне значення.

## **2. Комунікація та громадська готовність**

Хоча існує різноманітність сценаріїв ядерної детонації, комунікаційні стратегії для всіх сценаріїв однакові — надають негайні, чіткі та інструктивні повідомлення для громадського здоров'я та безпеки. Різниця між різними

типами вибухів зрештою вплине на самі повідомлення, тому що висота вибуху впливає на такі ключові аспекти, як наявність або відсутність радіоактивних опадів і можливість масових пожеж. Масштаб детонації вплине на кількість постраждалих людей. Навіть зі змінними планувальники можуть навчитися координувати повідомлення з технічними органами та поширювати інтегровану систему оповіщення та попередження громадськості та інші повідомлення громадської безпеки в рамках.

Державні та місцеві ресурси повинні координувати свою роботу, щоб надсилати своєчасні та точні повідомлення про безпеку. Знаючи, що комунікація відіграватиме вирішальну роль у потенційному порятунку тисяч життів, співробітники відділу зв'язків із громадськістю стикаються з важким завданням: подолати страх і горе, точно описуючи захисні дії. Планувальники повинні повідомити співробітникам відділу зв'язків з громадськістю, що їм не потрібно самостійно створювати всю комунікаційну стратегію та повідомлення. Експерти з радіаційного зв'язку по всій країні можуть поділитися передовим досвідом і тематичними дослідженнями, щоб допомогти заповнити прогалини в зв'язку з готовністю до ядерних і радіологічних надзвичайних ситуацій і реагуванням.

### ***Планування зв'язку перед інцидентом***

Готовність до ядерного вибуху може врятувати більше життів, ніж будь-який інший аспект реагування. Сприйняття громадськістю ризику в сценарії ядерної детонації викликає надзвичайно сильні емоції, оскільки кожен фактор, який підвищує сприйняття ризику, присутній у сценарії ядерної детонації.

Відповідальність за планування надзвичайних ситуацій, офіцерів з громадської інформації, громадських лідерів, а також персоналу, який займається надзвичайними ситуаціями та першим реагуванням, полягає в тому, щоб ефективно донести інформацію, чому підготовка до сценарію ядерної детонації є важливою для того, щоб вижити. Без знань про інцидент, ключових повідомлень і кроків щодо готовності люди, швидше за все, будуть

піддаватися інстинкту втікати від небезпеки, потенційно піддаючись смертельним дозам радіації, яких можна було б уникнути, укритись.

Планувальники можуть виконувати дві ключові підготовчі дії для підвищення готовності громади:

1) планувати та проводити навчальні кампанії щодо готовності до ядерної детонації, пов'язані з іншими небезпеками

2) планувати навчальні моменти та заздалегідь затверджуйте стратегії та повідомлення щодо навчальних моментів.

### ***Оцінка аудиторії та підготовка***

Як і в будь-якій ситуації з реагуванням, життєво важливо знати, хто знаходиться в зоні ураження, щоб належним чином задовольнити потреби постраждалих і врятувати життя. Важливо знати щільність населення, мови, якими розмовляють, кількість туристів, попередній досвід екологічних або фізичних надзвичайних ситуацій, а також місця, якими зазвичай користуються люди. Важливо знати, хто є лідерами громад і хто може бути хорошим промовцем у надзвичайних ситуаціях. Ця інформація може допомогти у всіх видах надзвичайних ситуацій.

Надзвичайно складною буде комунікація з батьками дітей у школах і дитячих садках. Тому слід розробити комунікаційні стратегії для цих верств населення, в основі яких були б повідомлення про необхідність залишатися вдома, навіть якщо діти не з батьками. Повідомлення про готовність повинні включати плани безпеки в школах і дитячих садках.

Слід визначити аудиторію служб реагування та підготувати повідомлення для тих, хто потребує укриття після детонації.

Повідомлення служб реагування мають бути пріоритетними, щоб захистити їх і забезпечити їм можливість рятувати життя. Надсилання повідомлень про укриття на місці для служб реагування в межах зони небезпечної радіації є критично важливим. Дуже важливо, щоб служби першого реагування залишалися в укритті під час перебування в цій зоні. Реагувальників слід навчати таким чином, щоб підкреслити, що їхня витримка,

навіть перед обличчям ядерного вибуху, потрібне, щоб вони могли врятувати інших.

Багато працівників екстрених служб не знайомі з радіаційним захистом, відповідно вони не зможуть працювати в радіаційному середовищі. Слід переконатися, що особи, які займаються реагуванням, розуміють різницю в радіаційних ризиках під час ядерної детонації порівняно з іншими надзвичайними ситуаціями, пов'язаними з радіацією. Реагувальники повинні бути належним чином поінформовані про ризики, пов'язані з територіями, в яких вони можуть працювати. Для вирішення цієї проблеми критично важливий своєчасний поданий навчальний матеріал.

Здатність спеціалістів з комунікацій визначати аудиторію буде корисною для охоплення громади тими, хто першими реагують. У той час як більшість навчання та підготовки служб реагування до інцидентів проводяться менеджерами з надзвичайних ситуацій та групами перших служб реагування, їх можна покращити, залучивши кваліфікованих експертів із зв'язку. Співробітники з комунікацій мають спеціальні навички розробки повідомлень і можуть допомогти тренерам, керівникам і планувальникам у виборі мови та тону для покращення обміну повідомленнями, навіть якщо інші відповідатимуть за ці навчання.

### ***Міжюрисдикційні відносини***

Зіткнувшись із таким типом інциденту, де можлива нестача ресурсів, посадові особи та служби реагування повинні знати, на кого покладатися для допомоги. Налагодження та підтримка відносин із сусідніми містами, а також державними організаціями реагування є критично важливими для забезпечення такої допомоги. Попередньо встановлені зв'язки із сусідніми громадами є життєво важливими для полегшення підтримки розповсюдження повідомлень під час реагування на ядерну детонацію. Координація реагування на ядерну детонацію подібна до координації інших інцидентів. Слід переглянути наявні угоди, щоб забезпечити підтримку комунікацій та публічної інформації.

### **3. Комунікаційні пріоритети негайного реагування.**

Дістатися постраждалих від ядерної детонації буде неймовірно важко. Навіть після стихійних лих повне відновлення працездатності мобільного телефону може зайняти кілька днів або місяців. Щоб повною мірою оцінити важливість готовності до інцидентів, необхідно розуміти вплив ядерних детонацій на комунікаційну інфраструктуру. Комунікаційні можливості після ядерної детонації залежать від обсягу інфраструктури, що залишилася, і попередніх планів і підготовки громади.

#### ***Поширення інструкцій з техніки безпеки***

Навіть якщо відбудуться повні зміни в обізнаності громадськості щодо дій щодо готовності до ядерної детонації, необхідні будуть своєчасні повідомлення, які вказуватимуть їм увійти всередину укриття та залишитися там, провести самодезактивацію та чекати подальших інструкцій. Здатність юрисдикції надавати такі повідомлення залежить від трьох важливих факторів: попередня підготовка повідомлень, негайне розповсюдження повідомлень і надлишкові точки розповсюдження для компенсації серйозно пошкодженої інфраструктури.

Попередньо розроблені та схвалені повідомлення підвищують ефективність публічної комунікації. Слід адаптувати та створювати повідомлення, які конкретно стосуватимуться проблем та груп населення. Наявні готові повідомлення не вичерпують усіх критичних комунікаційних міркувань. Потрібно скласти список очікуваних запитань від громадськості. Слід використовувати зрозумілу мову та інструменти відображення повідомлень для розвитку ефективної комунікації. Передбачаючи запитання та відповіді на сценарії, треба враховувати як широку аудиторію (люди в зонах ураження від вибуху, зони небезпечної радіації та околиці), так і цільову аудиторію (іноземці, персонал і пацієнти лікарень і будинків для людей похилого віку тощо). Щоб повідомлення були ефективними, вони повинні бути зрозумілі цільовій аудиторії. Важливо, щоб повідомлення були простими, точними та послідовними.

Також необхідно підготувати людей до оновлених вказівок з техніки безпеки та інструкцій. Надзвичайні ситуації змінюються з часом, і повідомлення про безпеку будуть часто оновлюватися, щоб відобразити зміни умов і нову інформацію.

Поширення повідомлень про безпеку важливе всіма можливими каналами, щоб врятувати життя. Слід заохочувати всі юрисдикції поширювати послідовне повідомлення "Заходьте всередину, залишайтеся всередині, слідкуйте за оновленнями". Якщо відбулася підтверджена ядерна детонація, то всі державні, місцеві, територіальні органи з відповідними місіями охорони здоров'я та безпеки повинні розповсюдити таке повідомлення.

Координація має вирішальне значення для того, щоб початкова інформація про захисні заходи досягла постраждалого населення одразу після ядерного вибуху. Першочергова дія для кожного місцевого чи державного органу - поширювати повідомлення про безпеку через усі можливі джерела. Повторення повідомлень на всіх рівнях буде підтверджувати їхню достовірність.

*Гнучкі та миттєві канали зв'язку* є невід'ємною частиною та необхідні для надсилання частих оновлень.

Планувальники повинні переконатися, що їхні агенції та юрисдикції мають перевірені облікові записи в соціальних мережах і надають регулярні оновлення через ці канали. Знання, де шукати інформацію, зменшує час реакції громадськості - у сценарії ядерного вибуху ці хвилини мають значення.

Слід попередньо визначити варіанти каналів зв'язку на основі очікуваних наслідків ядерної детонації та попередньо визначених бажаних каналів повідомлень. Плани повинні включати стандартну операційну процедуру щодо методів передачі інструкцій з безпеки. Слід надати пріоритет платформам, які часто відвідуються та використовуються. Додаткові, альтернативні методи комунікації повинні бути оприлюднені в кампаніях готовності, щоб люди знали, де знайти інформацію, якщо певні системи не працюють. Наприклад, оскільки більшість режимів зв'язку буде порушено в

MDZ, пріоритетом можуть бути розгорнуті вежі стільникового зв'язку або обмін повідомленнями через естакаду. Треба включити процедури для комунікаційного персоналу для моніторингу та швидкого виправлення суперечливої або неточної інформації.

*Геотаргетинг* має бути складовою комунікаційної стратегії. Бездротові надзвичайні сповіщення - це система громадської безпеки, яка дозволяє клієнтам із сумісними мобільними пристроями отримувати географічно націлені текстові повідомлення, що сповіщають їх про неминучі загрози в їхній місцевості. Це можна використовувати на різних етапах відповіді. Наприклад, якщо встановлено, що люди в постраждалій зоні повинні самостійно евакуюватися, можна точно націлити людей у цих місцях, щоб сповістити їх про евакуацію та уникнути DRZ.

Важливим є планування надсилання різних повідомлень у різні зони впливу, щоб забезпечити вжиття належних заходів у кожній зоні. Після негайного розповсюдження "Заходьте всередину, залишайтеся всередині, слідкуйте за оновленнями" комунікація повинна перейти до конкретної зони в районі ураження. Повідомлення мають бути складені для кожного району та створені цільові системи доставки повідомлень. Слід практикувати координацію та доставку цільових повідомлень.

Для ефективного використання цієї стратегії під час надзвичайних ситуацій необхідна практика розгортання геонацілених повідомлень.

*Пояснення ризиків для здоров'я та переваг, пов'язаних із критично важливими рішеннями*, має вирішальне значення для сприйняття громадськістю та дотримання інструкцій з безпеки. Розуміння радіаційного ризику має вирішальне значення для дотримання інструкцій з безпеки для населення та служб реагування. Інформування про радіаційні ризики та принципи захисту є необхідним для респондентів і громадськості, щоб зрозуміти, що їхні дії можуть захистити їх від короткострокових і довготермінових наслідків для здоров'я. Пов'язування захисних дій з іншими інцидентами з подібними вказівками, як-от укриття від торнадо, також може

покращити розуміння та дотримання інструкцій з безпеки. Радіаційний ризик і прості технічні повідомлення включені в усі попередньо розроблені повідомлення про радіаційні надзвичайні ситуації, але їх також слід враховувати при плануванні.

### *Комунікаційна інфраструктура*

Наслідки вибуху ядерної детонації можуть критично пошкодити вежі стільникового зв'язку, телефонні лінії, лінії електропередач та іншу невід'ємну комунікаційну інфраструктуру, таку як зворотний зв'язок і частини базової мережі. Таким чином, однієї тільки заміни стільникових веж і телефонних ліній може бути недостатньо для відновлення інфраструктури зв'язку. Це найбільший виклик у спілкуванні з громадськістю після ядерної детонації. Пошкодження інфраструктури стане головною проблемою для спілкування з постраждалою громадою та реагувальниками. Готовність є єдиним способом забезпечити обізнаність громади та прийняття інструкцій з безпеки. Щоб переконатися, що ваша спільнота знає, що робити - без підказок із веб-сайту чи публікації в соціальних мережах – слід підготувати громадськість заздалегідь, щоб ознайомити з ознаками ядерного вибуху та належними захисними діями. Завчасне надання відповідної інформації гарантує поширення належної інформації під час реагування. Добре поінформований персонал реагування є невід'ємною частиною комунікаційної діяльності, оскільки першу інформацію люди можуть отримати від служб першого реагування.

Розробка та розповсюдження ключових інформаційних карток для служб реагування може допомогти групам швидкого реагування поширювати важливі повідомлення про безпеку в постраждалих районах. Віддайте пріоритет відновленню комунікаційної інфраструктури. Окрім комерційних систем, системи громадської безпеки, такі як наземне та мобільне радіо, можуть мати збої зв'язку. Незважаючи на те, що системи громадської безпеки можуть бути захищені від вибухових пошкоджень, можливість мешканців зв'язатися з призначеним пунктом автовідповідача громадської безпеки може



бути ускладнена через пошкодження вежі стільникового зв'язку або телефонного стовпа. Ці системи є критично важливими для служб реагування на надзвичайні ситуації та потребують якнайшвидшого відновлення.

Важливим є визначення менш поширених, низькотехнологічних методів спілкування. Такими методами можуть бути сирени, скидання листівок, і можуть знадобитися, щоб досягти людей у зоні безпосереднього ураження після ядерної детонації.

Вежі стільникового зв'язку після ядерного вибуху можуть бути перевантажені телефонними дзвінками та текстовими повідомленнями, що уповільнить зв'язок. У планах має бути наголошено на надсиланні повідомлень про захисні дії та безпеки через усі доступні канали. Буде незрозуміло, які методи працюють, але розуміння викликів, пов'язаних із певними методами, має вирішальне значення. Слід заохотити надсилання текстових повідомлень замість дзвінків. Усі без винятку надзвичайні ситуації викликають лавину дзвінків, текстових повідомлень і повідомлень у соціальних мережах тим, хто знаходиться в постраждалих районах. Більшість організацій, які займаються реагуванням, мають заздалегідь розроблені або опубліковані повідомлення, які вказують на те, що людям слід використовувати текстові повідомлення, а не телефонувати, щоб збільшити свої шанси зв'язатися з близькими.

Електромагнітні імпульси можуть пошкодити електронне обладнання поблизу місця детонації. Постачальники послуг повинні планувати регіональні перерви в наданні послуг через нестабільність інфраструктури. Більшість комунікаційного обладнання в регіоні буде функціональним за умови, що воно живиться від батареї або аварійного живлення, не має фізичних пошкоджень, а пов'язаний з ним центр комутації мобільного зв'язку чи центральний офіс все ще працює. Деякі тимчасові збої в роботі електронного обладнання можуть виникнути протягом кількох миль після детонації, але їх можна усунути шляхом перезавантаження або ввімкнення живлення.

Планувальники повинні заохочувати мешканців завантажувати на свої телефони чи планшети національну та/або місцеву інформацію щодо готовності до всіх небезпек або програми, які містять інструкції з реагування на ядерну детонацію.

## Тема 1.7. Укриття та евакуація населення

### План

1. Укриття.
2. Евакуація населення.

#### **1. Укриття.**

Укриття є одним із найважливіших захисних заходів, які постраждале населення може вжити до або в перші кілька годин після ядерного вибуху. Укриття можуть врятувати життя, захистивши людей від небезпеки вибуху, термічних ушкоджень, швидкого випромінювання, радіоактивних опадів, а також вдихання пилу та диму. Щоб допомогти людям швидко знайти притулок, планувальники повинні оприлюднити критерії укриттів, визначити укриття для масового догляду та розробити ключові повідомлення.

Після ядерної детонації основною метою укриття та евакуації є зменшення кількості людей, які зазнають небезпечних для життя ситуацій.

Ядерна детонація створює багато одночасних небезпек. Коли доводиться стикатися з кількома конкуруючими небезпеками, пріоритет слід віддавати негайним, а не довгостроковим загрозам. Як практичний приклад, навіть у DRZ люди повинні покинути палаючу будівлю.

#### ***Своєчасне надсилання повідомлень***

Посадові особи, які видають попередження, можуть мати лише 15–30 хвилин, якщо інцидент пов'язаний з ударом балістичною ракетою. Ядерна детонація терористичною групою може не мати попередження.

Інциденти можуть статися без попереднього повідомлення. Планувальники повинні переконатися, що якомога більша частина плану укриття буде підготовлена завчасно. Необхідно швидко розробити, повідомити та впровадити захисні дії, щоб підвищити можливості порятунку життя. Затримки у виданні та виконанні рекомендацій можуть призвести до більшої кількості смертей.

## **Укриття**

"Укритися" або "зайти всередину" означає зайти або залишитися в найближчій підземній або закритій споруді. Укриття – це місце, яке має досить важку конструкцію (наприклад, бетон, цегла або цемент), призначене для пом'якшення наслідків вибуху та зменшення радіаційного впливу в 10 або більше разів.

Найкраща початкова дія одразу після ядерного вибуху – це укритися в найближчому та найбільш захищеному об'єкті та слухати вказівки влади.

Укриття від ядерних вибухів повинні відповідати таким критеріям:

- Радіація: найкращий захист від радіації – під землею (наприклад, підвали, тунелі метро, підземні гаражі) або в центрі великих важких будівель.

- Більшість комерційних будівель мають належні укриття.

- Приватні будинки, особливо будинки з дерев'яним/сталевим каркасом, зазвичай не забезпечують належного захисту над землею, хоча це все одно набагато краще, ніж знаходитись на вулиці. Більш товсті стіни цегляних будівель і житлових підвалів зазвичай забезпечують належний захист.

- Автомобілі не забезпечують належного укриття.

- Вибух: підземні зони або центр будівель із важкими конструкціями (бетон, цегла чи цемент) пом'якшують вплив вибуху. Захист від наслідків вибуху не є основною метою укриттів, оскільки населення може не мати часу шукати укриття від цих наслідків, але важливо розглянути питання про те, щоб укриття були структурно надійними. Якщо ви отримали відповідне попередження про можливу детонацію, слід знайти укриття в найбільш надійному доступному місці.

- Пил і дим: треба закрити вікна та двері, щоб мінімізувати кількість зовнішнього повітря, що потрапляє в будівлю. Переконатися, що підтримується достатня вентиляція для забезпечення належної якості повітря в приміщенні.

Для захисту від радіаційних випадів треба:

- Скоротити час перебування в радіоактивних зонах.
- Збільшити відстань до джерела радіації.
- Використовувати щільні матеріали (наприклад, бетон, цегла або земля) як захист.

Для осіб, які перебувають в укритті, ймовірність гострого радіаційного ураження залежить як від потужності дози опромінення на відкритому повітрі, так і від фактора захисту конструкції (ступінь, до якого доза знижена; більші значення забезпечують кращий захист). Навіть мінімально захищених укриттів за межами DRZ може бути достатньо.

Проникаючу радіацію можна зменшити за допомогою екранування (розміщення щільних будівельних матеріалів між людьми та джерелами радіації, такими як радіоактивні опади) і збільшення відстані від осілих радіоактивних випадів, включаючи радіоактивні випадіння на дахах. Укриття знижують дози радіації в 10 і більше разів. Автомобілі та інші транспортні засоби не дають надійного захисту, оскільки вони не мають щільного екрануючого матеріалу. Хорошими захисними матеріалами є бетон, цегла, камінь і земля. Дерево, гіпсокартон і тонкий листовий метал забезпечують мінімальний захист. Однак багато шарів мінімальних екрануючих матеріалів також можуть забезпечити належний захист (наприклад, центральні кімнати з великою кількістю проміжних гіпсокартонних стін). Конструкції не повинні бути герметичними для захисту від радіоактивних опадів, тому будівлі з незначними пошкодженнями можна використовувати як притулки, якщо вони структурно надійні.

Як було зазначено вище, найкраща початкова дія після ядерного вибуху - перейти до доступного укриття та залишитися в ньому подалі від вікон, кутів, дверей і зовнішніх стін. Люди повинні планувати залишатися в укритті принаймні на 12–24 годин. Протягом першої хвилини після детонації перебування на відкритому повітрі може призвести до смерті, серйозних

опіків, серйозних рваних ран та/або переломів кісток через надлишковий тиск вибуху та термічну небезпеку.

У перші кілька годин може бути присутнім смертельний рівень радіації - навіть у районах, розташованих за десятки миль від нуля та/або там, де радіоактивні опади не помітні. Небезпека радіаційного опромінення з часом значно зменшиться, що забезпечить безпечнішу евакуацію.

Керівники служби реагування на надзвичайні ситуації можуть видати додаткові розпорядження, наприклад про дострокову евакуацію, для людей, які перебувають у спорудах із поганим екрануванням (наприклад, у житлових будівлях з дерев'яним каркасом). Крім того, ці люди можуть зменшити свою дозу радіації, перейшовши до відповідних укриттів поблизу. Час початкового укриття не залежить від місцевих рівнів радіації. Якщо поблизу є відповідні укриття (в межах 15 хвилин у дорозі), люди в неякісних укриттях (коефіцієнти захисту=2) повинні залишатися там не довше 30 хвилин від моменту детонації. Особам, які перебувають у кращих укриттях (фактор захисту=4), слід залишитися протягом години або двох, перш ніж перейти до найближчого відповідного укриття. Планувальники повинні оцінити адекватні варіанти укриття у своїй місцевості, розглянути райони, де немає достатнього укриття, і розробити альтернативні варіанти укриттів для цих районів, включаючи інформаційні повідомлення, плани евакуації та заходи самозахисту.

### ***Усвідомлення ситуації***

Зональний підхід є основою для прийняття рішень щодо укриття та евакуації. Щоб визначити ці зони, планувальники повинні розглянути, які ресурси необхідні для отримання точних оцінок розподілу радіоактивних опадів і стану будівлі. Оскільки кожне джерело інформації надає лише часткову характеристику, планувальники повинні постійно включати нові ресурси та інформацію, коли вони стають доступними. Дуже важливо стежити за небезпекою, що розвивається, наприклад, можливим спалахом пожежі. Точний розподіл радіоактивних випадів і оцінки потужності дози випромінювання мають вирішальне значення для безпечної евакуації, щоб

люди не евакуйовувалися через місця з більшою потужністю дози. Дані радіаційного моніторингу від місцевих служб реагування можуть сприяти усвідомленню ситуації. Зокрема, візуальне спостереження за хмарою радіоактивних випадінь може бути корисним. Частинки випадінь можуть бути видимими як дрібний піщаний матеріал, який активно випадає під час проходження шлейфу або накопичується на чистих поверхнях.

Видимі частинки випадінь можуть бути непомітними на шорстких або брудних поверхнях, тому їх наявність або відсутність не можна використовувати для прямої оцінки потужності дози радіації. Після ядерної детонації від вибуху можуть спалахнути легкозаймисті та горючі матеріали, зокрема в MDZ. Крім того, перебої з водопостачанням та електроенергією через вибух можуть завадити можливості гасіння пожежі. Таким чином, очікуються неконтрольовані пожежі, які можуть поширюватися від будинку до будинку.

## **2. Евакуація**

Перебування в укриттях не є довгостроковим. Початкове укриття має супроводжуватися поетапною полегшеною евакуацією для тих, хто перебуває в районах, уражених радіоактивними опадами. Оптимальний час перебування в укритті може становити від кількох годин до кількох днів і залежить як від локальної потужності дози радіоактивних опадів, так і від дози радіації, отриманої під час евакуації. Якщо це можливо, люди повинні залишатися в належному укритті протягом перших 24 годин після детонації, щоб запобігти впливу високого рівня радіації. Евакуацію слід проводити лише після того, як відповідні шляхи визначено та розчищено. Спроба евакуйовувати надто великі території за один раз без потреби відволікає ресурси від інших потреб реагування. Слід мати на увазі, що багато людей можуть вибрати самоевакуацію.

Плануючи маршрути евакуації, варто переконатися, що вони не перешкоджають критичним транспортним маршрутам або операціям

реагування в цілому. Якщо немає загрози пожежі або інших безпосередніх проблем з безпекою життя, не можна намагатися евакуювати, поки не буде доступна основна інформація щодо розподілу радіоактивних опадів і потужності дози радіації.

Під час евакуації пріоритетом має бути мінімізація загальної отриманої дози. У багатьох випадках цього можна досягти за допомогою бічної евакуації, коли рух відбувається під прямим кутом до траєкторії радіоактивних опадів (наскільки це можливо) і подалі від центральної лінії шлейфу.

Пріоритетність евакуації слід визначати на основі характеру радіоактивних випадів, потужності дози радіації, надійності укриттів, небезпеки, що загрожує життю (наприклад, пожежа та руйнування конструкції), медичних потреб, потреб особливих груп населення, таких як діти чи вагітні жінки, ресурсів для існування (наприклад, їжа та вода) і експлуатаційних міркувань. Планувальники повинні надавати особливий пріоритет особам, які стикаються з ситуаціями, що загрожують життю. Для цих груп може знадобитися рання евакуація (починаючи менш ніж через 12 годин після детонації). Непоранені люди з відповідним укриттям і доступом до безпечної їжі та води мають низький пріоритет для ранньої евакуації. Подібним чином евакуація є низькопріоритетною для тих, хто перебуває за межами небезпечної радіаційної зони, хто має доступ навіть до мінімально захищеного укриття (включаючи одноповерхові будинки без підвалів), або для тих, хто може швидко перейти з поганого укриття до кращого.

Для осіб, які явно перебувають за межами DRZ і HZ, слід подумати про те, щоб просто скасувати наказ про укриття на місці (тобто заборонити евакуацію), коли це доречно. Плануючи будь-яку евакуацію, планувальники повинні враховувати:

- ризики для реагувальників та евакуйованих, включаючи радіаційне опромінення на шляху евакуації;
- загрозу пожежі або потрапляння в зону небезпечних матеріалів;



- транспортні ресурси (наприклад, транспортні засоби, громадський транспорт, залізниця, повітря, вода);
- легкість доступу та виїзду (включаючи пошкодження інфраструктури доріг, мостів і тунелів);
- ресурси підтримки евакуації;
- вплив самоевакуації населення.

### ***Самоевакуація***

Реагувальники матимуть обмежений контроль над процесом евакуації одразу після детонації через обмеження доступу та небезпеку радіоактивних випадінь. Багато людей можуть самостійно евакуюватись, спираючись або на офіційні вказівки, або на неінформовані спонтанні рішення. Самостійна евакуація наполегливо не рекомендується через пов'язані з цим ризики та через те, що самоевакуйовані особи можуть перекрити транспортні артерії. Однак слід надати вказівки тим, хто вирішив самостійно евакуюватись, незважаючи на попередження. Допомога може включати надання інструкцій щодо самостійної евакуації, включно з тим, у якому напрямку рухатися та коли йти, а також про умови маршруту (наприклад, завали та сміття на вулицях, обвалені мости та інші перешкоди).

Правоохоронні органи можуть допомогти забезпечити безперервну евакуацію та захистити ключову інфраструктуру, включно з медичними центрами, що можуть бути переповнені пацієнтами.

## **Тема 1.8. Виявлення та оцінка радіаційної обстановки. Організація та здійснення дозиметричного контролю**

### План

1. Виявлення та оцінка радіаційної обстановки. Прилади радіаційної розвідки.
2. Правила відбору проб продовольства і води.
3. Організація і здійснення дозиметричного контролю. Прилади радіометричного контролю.

При застосуванні ядерної зброї чи в разі руйнування ядерних реакторів АЕС звичайними бойовими засобами утворюються великі вогнища радіоактивного забруднення місцевості.

Ураження іонізуючими випромінюваннями особового складу можливе під час вибуху ядерних боєприпасів (проникаюча радіація), при перебуванні на радіоактивно зараженій місцевості, при вживанні зараженої їжі та води, а також при контакті з зараженими об'єктами.

З метою попередження ураження особового складу іонізуючими випромінюваннями у військах розроблена чітка система захисних заходів, яка полягає у застосуванні засобів індивідуального та колективного захисту, проведенні спеціальної обробки і, що особливо важливо, у здійсненні радіаційної розвідки, радіометричного і дозиметричного контролю опромінення.

### **1. Виявлення та оцінка радіаційної обстановки.**

Радіаційна розвідка є важливим заходом у системі захисту особового складу військ від ядерної зброї і проводиться з метою своєчасного виявлення і попередження підрозділів про радіоактивне зараження місцевості.

Радіаційна розвідка проводиться у підрозділах і частинах усіх родів військ і організується командирами (начальниками) всіх ступенів та штабами.

Вимоги до радіаційної розвідки - безперервність, достовірність, спадкоємність, своєчасність сповіщення про радіоактивне забруднення місцевості.

За способом ведення радіаційна розвідка може бути наземною і повітряною.

Наземна радіаційна розвідка проводиться у підрозділах спостерігачами - постами хімічного спостереження (ПХС) або хімічними розвідувальними дозорами (ХРД). У загальновійськових підрозділах вони комплектуються з особового складу цих підрозділів, (відділення, екіпаж, обслуга), але спеціально підготовлених для виконання цієї роботи і забезпечених необхідними технічними засобами розвідки.

Частина завдань з радіаційної розвідки покладається на військову розвідку, розвідку родів військ і спеціальних військ.

На спостерігачів (ПХС) покладаються завдання:

- виявлення радіоактивного зараження;
- визначення рівня радіації на місцевості, в районі свого розташування;
- візуальне спостереження у напрямку руху радіоактивної хмари;
- контроль зміни рівнів радіації;
- відбір зразків води, ґрунту, рослинності тощо.
- на ХРД, крім завдань, які виконуються ПХС, покладається:
- встановлення та позначення межі зараження;
- пошук шляхів обходу заражених районів;
- виявлення маршрутів (дільниць) з найменшими рівнями радіації.

ПХС приладами радіаційної розвідки та засобами подання сигналів оповіщення, знаками обгородження дільниць зараження, журналом радіаційного спостереження.

При проведенні радіаційної розвідки, територія (місцевість) вважається забрудненою, якщо рівень радіації складає 0,5 Р/год. У цьому разі, при перебуванні на зараженій території слід використовувати захисні властивості

машин, дотримуватися правил безпеки, проводити часткову санітарну обробку. Приготування їжі дозволяється на місцевості з рівнем радіації до 5 Р/год. При більш високих рівнях радіації прийом їжі дозволяється в спеціально обладнаних машинах, сховищах. Слід зазначити, що використання навіть найпростіших сховищ та будинків при дотриманні відповідних правил значною мірою знижує дозу опромінення людей та захищає від важких променевих уражень.

Повітряна радіаційна розвідка ведеться авіацією в інтересах об'єднань з метою оперативного отримання даних про радіоактивне забруднення великих просторів території.

У медичних підрозділах, частинах (установах) радіаційна розвідка організується командирами (начальниками) цих підрозділів (частин) і проводиться як у своїх інтересах, так і в інтересах військ.

У своїх інтересах радіаційна розвідка здійснюється на місцях, де розгорнуто етапи медичної евакуації, на маршрутах їх переміщення, районах майбутнього розгортання, на шляхах евакуації поранених і хворих.

В останніх трьох напрямках радіаційна розвідка ведеться у випадку відсутності в штабі даних про радіоактивне зараження місцевості цих районів. В МПП, омедб радіаційну розвідку здійснює санітарний інструктор-дозиметрист, який працює на сортувальному посту. Під час руху (розвідування нових районів розгортання та ін.) санінструктор-дозиметрист залучається до складу рекогносцирувальної групи і діє як розвідувальний дозор.

При проведенні радіаційної розвідки медичною службою в інтересах військ відбираються проби води, продуктів харчування, які знаходились на зараженій місцевості. Проби відбираються для лабораторних досліджень, якщо зовнішній гама фон не дозволяє виміряти ступень зараження радіоактивними речовинами на місці їх знаходження. Під час проведення радіаційної розвідки використовуються такі дозиметричні прилади:

**Індикатор-сигналізатор ДП-64** призначений для постійного радіаційного спостереження і сповіщення про радіоактивне зараження

місцевості. Він працює в слідкуючому режимі та забезпечує звукову та світлову сигналізацію при рівні радіації гама-випромінювання 0,2 Р/год. Прилад може живитися від змінного струму 220 В чи від акумуляторів з напругою 6В. Розміщується в кімнаті чергового по частині.

**Рентгенометр ДП-3 (ДП-3-Б)** призначений для вимірювання рівня радіації на місцевості в діапазоні від 0,1 до 500 Р/год. Встановлюється на рухомих об'єктах (автомобіль, БРДМ-РХ, танк, БТР, вертоліт). Ним забезпечуються розвідувальні підрозділи хімічних військ. Джерела живлення - бортова мережа - 12В чи 26В.

**Рентгенометр-радіометр ДП-5-А** призначений для виявлення та вимірювання ступеня зараження поверхні бета- і гамаактивними речовинами і рівня гама-радіації на місцевості. Діапазон вимірювання приладу від 0,05 мР/год до 200 Р/год. Живлення - три елементи 1,6-ПМЦ-У-1,05, що забезпечують безперервну роботу приладу 40 годин. Прилад має акумуляторну колодку для живлення від зовнішніх джерел напругою 3В, 6В і 12В.

**Вимірювач потужності дози (рентгенометр ДП-5В)** призначений для вимірювання рівнів гама-радіації на місцевості, радіоактивної зараженості поверхней різних предметів по гама-випромінюванню в діапазоні від 0,05 мР/год до 200 Р/год та виявлення бета-випромінювання. Живлення - три елементи А-336, що забезпечують роботу протягом 55 годин. Прилад має дільник напруги для підключення до зовнішнього джерела постійного струму напругою 12В або 24В.

**Вимірювач потужності дози ВПД-21 С (Б)** застосовується на стаціонарних чи пересувних об'єктах і призначений для вимірювання потужності експозиційної дози гама-випромінювання в діапазоні від 1 до 10000 Р/год, має світловий сигнал про перевищення порогового значення потужності експозиційної дози гама-випромінювання 1,5,10,50 і 100 Р/год. Живлення здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 або 400 Гц. Забезпечує безперервну цілодобову роботу.

ВПД - 21Б відрізняється від ВПД-21С відсутністю блока живлення (БНН-201), що дозволяє використовувати його тільки від бортової мережі живлення.

**Вимірювач потужності дози ВПД-1** призначений для вимірювання потужності експозиційної дози гама-випромінювання. Існує 3 варіанти виконання: ВПД-1А, ВПД-1Р, ВПД-1С.

ВПД-1С вимірює потужність експозиційної дози гама-випромінювання в діапазоні від 0,01 мР/год до 999 Р/год, виявляє бета-випромінювання.

Має робочих 2 піддіапазони: "мР/год" - від 0,01 до 999 мР/год, та "Р/год" - від 0,01 до 999 Р/год. Забезпечує спрацювання звукової сигналізації при досягненні потужності експозиційної дози на піддіапазоні "мР/год" - 0,1 і 300 мР/год, на піддіапазоні "Р/год" - 0,1 і 300 Р/год.

Живлення вимірювача здійснюється: від чотирьох елементів А-343 "Прима" з напругою 6В, що забезпечує роботу до 100 годин; від бортової мережі постійного струму або акумуляторів з напругою від 10,8 В до 30 В; від мережі змінного струму напругою 220 В.

ВПД-1Р відрізняється від ВПД-1С тим, що не має блоку живлення для підключення до мережі змінного струму. ВПД-1А відрізняється від ВПД-1Р тим, що не має блоку детектування (ВПД-1-1), що дозволяє тільки виміряти потужність гама - випромінювання на діапазоні від 0,01 до 999 Р/г.

## **2. Правила відбору проб продовольства і води.**

Продовольство і питна вода, яка знаходиться в ємкостях, у тій або іншій мірі захищені від прямого попадання в них радіактивних речовин. Продовольство, яке знаходилося на відкритій місцевості без тари, а також вода відкритих водоймищ, не захищені від попадання радіактивних речовин.

Продукти харчування заражаються радіоактивними речовинами залежно від їх консистенції. Тверді (сипучі) продукти заражаються з порверхні, рідкі - в залежності від розчинності радіактивних речовин в них та співвідношення їх щільності.

Крім цього, м`ясо і молоко заражаються при вживанні тваринами ПЯВ з кормом, а риба, яка виловлена з водоймищ, заражених продуктами ядерного вибуху.

Вода відкритих водоймищ заражається при прямому випаданні радіактивних речовин із радіактивної хмари та навколишньої місцевості (дощові й талі води).

Для радіометричного контролю відбирають проби у місцях найбільшого забруднення, які виявляють за допомогою дозиметричних приладів.

Об`єм відбираємих проб рідких, сипучих продуктів та звареної їжі складає 1,5 л (солдатський казанець). Проби рідких продуктів відбирають після перемішування. Проби муки, крупи, цукру, солі та інше, які знаходяться в мішках, відбирають металевим щупом у шарі, який прилягає до тари, завтовшки 1-2 см (1 кг).

Проби макаронних виробів і сухофруктів відбирають з верхнього шару, який прилягає до тари.

Проби хліба, свіжих овочів та фруктів беруть поштучно з верхнього ряду чи з поверхневого шару. Проби кладуть у поліетиленові мішки, які мітять етикетками (хліб - одна паляниця, батон; фрукти і овочі - 1 кг).

Зараження радіактивними речовинами мяса здійснюється на всій поверхні туші барана, свині чи половині туші великої рогатої худоби.

Проби води з водоймищ чи вододжерел беруть водозабірником із поверхневого і донного шарів разом із скаламученим донним ґрунтом (1,5 л чи відро 10 л).

На відібрані проби складають супровідний документ, в якому зазначається вид проби, місце відбирання проби, дата і час забруднення, дата і час взяття проби, прізвище того, хто взяв пробу, кому відправляється проба, підпис.

### 3. Організація і здійснення дозиметричного контролю. Прилади радіометричного контролю.

Радіометричний контроль проводиться з метою встановлення факту і ступеню зараження РР особового складу, бойової техніки, майна, продовольства, води та інших об'єктів, які можуть стати додатковим джерелом ураження особового складу. При цьому вирішуються питання про необхідність проведення санітарної обробки особового складу та дезактивації об'єктів.

Радіометричний контроль проводиться вибіркоким методом, як правило, поза вогнищем зараження. При проведенні радіометричного контролю у вогнищі, зовнішній гама фон не повинен перевищувати гранично-допустимий ступень зараження об'єкту у три рази. Після повної санітарної обробки і дезактивації техніки та інших об'єктів застосовується суцільний метод, тобто перевіряється кожен військовослужбовець, кожна одиниця бойової техніки та інше майно.

Контроль проводиться за допомогою радіометричних приладів (вимірювачів потужності доз), а контроль води, продовольства, медикаментів та інших предметів, крім цього - за допомогою вимірювачів активності нуклідів.

При проведенні радіометричного контролю зараження особового складу, спорядження і військової техніки отримані результати співставляють з граничнодопустимим ступенем їх зараження (табл. 1.6) і визначається доцільність і повнота спеціальної обробки.

Таблиця 1.6

#### Безпечні величини зараження поверхні радіоактивними речовинами (продукти ядерного вибуху)

№ п/п	Найменування об'єктів	Рівні радіації, мР/год		
		вік ПЯВ до 12 год	вік ПЯВ від 12 до 24год.	вік ПЯВ більше 1 доби



1	Відкриті ділянки тіла (обличчя, шия, кісті рук) при зараженні 10% тіла при зараженні 100% тіла	18 60	9 30	4,5 15
2	Білизна, внутрішня поверхня протигазу, обмундирування, мед.- санітарне знаряддя, кухонний інвентар тощо	200	100	50
3	Техніка: автотранспорт, літаки, спецмашини	800	400	200

При проведенні радіометричного контролю води і продовольства отримані результати вимірювань співставляють з граничнодопустимим ступенем їх зараження (табл.1.7).

З висновків експертизи продовольства та води можна прийняти такі рішення:

- придатний для видачі;
- умовно придатний (підлягає дезактивації знезараженню з наступним контролем).

Без дослідження на вміст ПЯВ можна вживати воду: підземних джерел; воду, що міститься у закритих ємкостях; продовольство, яке знаходиться в неушкодженій тарі, зокрема, у мішках, дерев'яних, картонних та паперових упаковках; воду у відкритих водоймах в зимовий період з льодовим покриттям; воду відкритих водоймищ при вибухах на селікатних ґрунтах через добу після вибуху в зоні А, через добу в зоні Б, через три - в зоні В.

### **Прилади радіометричного контролю**

Для проведення радіометричного контролю в польових умовах використовуються переносні вимірювачі потужності дози випромінювання

ДП-5 В (А, Б), ВПД-1С, ВПД-1Р, за допомогою яких вимірюється ступінь забруднення різних об'єктів у мР/год.

Якщо з деяких причин у польових умовах неможливо провести радіометричний контроль продуктів харчування, води, медикаментів, вимірювання забруднених зразків, взятих з об'єктів, медична служба проводить за допомогою переносного вимірювача потужності доз ВПД-12, який допомагає визначити активність нуклідів.

**Вимірювач універсальний ВПД-12** призначений для вимірювання потужності експозиційної дози гама-випромінювання в діапазоні від 10 мкР/год до 999 Р/год, а також для вимірювання зовнішнього бета-випромінювання з одиниці поверхні в діапазоні  $5 \times 10^3$ - $5 \times 10^6$  бета-частинок на  $1 \text{ см}^2$  за хвилину та питомої альфа- ( $10^{-4}$ - $10^{-1}$  Кі/кг) і бета- ( $10^{-6}$ - $10^{-3}$  Кі/кг) активностей продовольства, води та фуражу.

**Індивідуальний метод контролю радіоактивного опромінення** полягає в тому, що отримана доза радіоактивного опромінення визначається за показаннями дозиметрів, виданих військовослужбовцям, які за видом своєї служби виконують завдання у відриві від своїх підрозділів.

**Груповий метод контролю** полягає в тому, що доза радіації, отримана особовим складом всього підрозділу, визначається за показниками 1-2 дозиметрів, виданих підрозділу, при умові, що особовий склад підрозділу діє в однакових умовах, і ця доза зараховується для кожного члена групи.

При низьких і стабільних рівнях радіації на місцевості (наприклад, після аварії на АЕС) можна застосувати розрахунковий метод контролю опромінення. При цьому час знаходження у вогнищі (в годинах) помножується на величину рівня радіації (мР/год).

При визначенні сумарних доз опромінення, отриманих людиною багаторазово, необхідно врахувати, що організм може відновити частину променевого ураження (табл.1.7).

**Відносна доля залишкової дози радіації**

Час після опромінення, тижні	Залишкова доза радіації, доля від отриманої, %
до 4 діб	1
1 тиждень	0,9
2 тижня	0,75
3 тижня	0,6
4 тижня (1 міс.)	0,5
5 тижня	0,42
6 тижнів	0,35
7 тижнів	0,3
8 тижнів	0,25
9 тижнів	0,2
10 тижнів	0,17
11 тижнів	0,15
12 тижнів	0,13
14 тижнів (1 кварт.)	0,1

Так, за 30 діб організм відновлює 50% отриманої дози, за 3 місяці - 90% отриманої дози. Доза, яка відновлюється, називається оборотною. 10% променевого ураження не відновлюється. Ця доза називається залишковою, вона викликає віддалені наслідки ураження.

Протягом перших чотирьох днів відновлення не відбувається. Після закінчення цього часу, за рахунок мобілізації захисних функцій, організм починає боротися з променевим ураженням, тому у наступні дні ступінь променевого ураження не буде відповідати початковій дозі, а лише залишковій величині цієї дози.

**Прилади контролю опромінення.** Для дозиметричного контролю опромінення використовуються вимірювачі доз опромінення ДП-22В, ІД-1, ІД-11, ДП-70МП.

**Комплект дозиметрів ДП-22В** призначений для вимірювання доз гама-опромінювання в діапазоні від 2 до 50Р при рівні радіації на місцевості 0,5 - 200 Р/год. До комплекту входить 50 прямопоказуючих дозиметрів ДКП-50А і зарядний пристрій ЗД-5.

**Комплект ІД-1** призначений для вимірювання поглинутих доз гама-нейтронного випромінювання в діапазоні від 20 до 500 рад. Складається з 10 індивідуальних дозиметрів і зарядного пристрою ЗД-6.

**Комплект індивідуальних вимірювачів дози опромінення ІД-11** призначений для вимірювання гама-нейтронного випромінювання в діапазоні 10-1500 рад з метою первинної діагностики ступеня важкості радіаційних уражень. Складається з 500 індивідуальних вимірювачів дози опромінення та вимірювального пристрою.

ІД-11 зберігає одержану дозу 12 місяців і може накопичувати дозу при цілодобовому опроміненні. Можливе багаторазове вимірювання тієї самої дози. ІД-11 видається кожному військовослужбовцю. Вимірювальний пристрій забезпечує 120 вимірювань (зняття) доз за годину із індивідуальних дозиметрів. Вимірювальний пристрій працює від мережі змінного струму (220 В) і постійного струму (12В або 24В).

**Хімічний дозиметр ДП-70МП** призначений для вимірювання індивідуальних доз гама- чи гама-нейтронного опромінення. Показники з нього знімаються у медичних частинах (закладах), куди евакуюється уражений. Відрахунок доз опромінення проводиться за шкалою колориметру. Всередині корпусу колориметра є диск з одинадцятьма світлофільтрами, забарвлення яких відповідає інтенсивності забарвлення розчину в ампулі.

Індивідуальний хімічний дозиметр ДП-70МП дозволяє вимірювати дозу, отриману як одноразово, так і багаторазово, протягом 10-15 діб. Орієнтовну дозу опромінення (менше чи більше за 100 Р) можна визначити

шляхом порівняння кольору розчину, що знаходиться в ампулі дозиметру, з кольоровим еталоном, що знаходиться у його кришці.

## **Тема 1.9. Санітарна (деконтамінаційна) обробка населення та дезактивація**

### План

1. Процедури та засоби деконтамінації.
2. Дезактивація спецодягу.
3. Дезактивація шкіри. Деконтамінація рани.

### **1. Процедури та засоби деконтамінації**

У випадку радіоактивного забруднення персоналу, особового складу підрозділів залучених до ліквідації радіаційної аварії, наслідків радіаційної аварії, їх техніки і засобів, постає питання щодо проведення заходів направлених на зниження ураження людей. Таким заходом є проведення спеціальної обробки - деконтамінації, яка включає в себе проведення дезактивації та дегазації техніки, засобів індивідуального захисту та спорядження, а також санітарної обробки особового складу та персоналу.

**Деконтамінація** - процес проведення медико-санітарних заходів з метою усунення РХБ речовин з поверхні тіла людини, на продуктах спеціально приготовлених для споживання, на інших предметах, включаючи транспортні засоби, які можуть становити ризик для здоров'я населення.

Деконтамінація передбачає зменшення (видалення) з поверхні тіла і попередження розповсюдження РХБ речовин від контамінованих осіб і предметів. Комплекс цих заходів направлений на механічну очистку шкіри, слизових оболонок, відкритої рани у контамінованих постраждалих. Деконтамінація проводиться незалежно від наявності у постраждалого симптомів, які характерні для клінічної картини дії ураження РХБ речовинами.

**Відповідно до Основних санітарних правил забезпечення радіаційної безпеки України(ОСПУ):**

дезактивація - видалення радіоактивних речовин з якої-небудь поверхні чи з якого-небудь середовища або зниження рівня забруднення фізичними чи хімічними засобами.

Кінцевою ціллю дезактивації є забезпечити безпеку людей, виключити або мінімізувати можливість шкідливої дії іонізуючого випромінювання на організм людини. В загальному випадку, зменшення рівня радіоактивного забруднення можливе природним шляхом без участі людини та штучним, з активною участю людини. Природний шлях полягає у зменшенні рівня радіоактивності через природний розпад радіоактивних елементів. Саме цим пояснюється швидкий спад радіоактивності у перші години після інциденту із викидом радіоактивних речовин. Пов'язано це з тим, що значна кількість ізотопів мають малий період напіврозпаду. Наявність довгоживучих ізотопів вимагає проведення спеціальних заходів дезактивації.

Процес дезактивації відбувається у два етапи, перший з яких полягає у подоланні зв'язку між носіями радіоактивного забруднення та забрудненою поверхнею і другий – видалення радіоактивного забруднення з цієї поверхні.

Характер радіоактивного забруднення визначається рядом факторів: природою поверхні і станом речовини, що контактує з поверхнею та містить радіонуклід; хімічними властивостями; фізико-хімічними властивостями; часом контакту радіонукліда з поверхнею. В основі зараження лежать три процеси адгезія, сорбція та дифузія.

При адгезивному забрудненні радіоактивні частинки утримуються на поверхні силами адгезії (прилипання). Адгезивні частинки легко видаляються з поверхні, якщо сила відриву буде більшою, ніж сила адгезії. У водному середовищі сила адгезії значно зменшується. Рідше можна зустріти випадки поверхневого та глибокого зараження. Вони пов'язані з процесами адсорбції, іонного обміну та дифузії.

Сорбція – процес поглинання твердим тілом або рідиною речовини із навколишнього середовища.

Дифузія – рух частинок середовища(молекул, атомів, іонів), що призводить до переносу речовини і вирівнюванню концентрації частинок в середовищі, що розглядається.

У таких випадках верхній шар, який є зараженим, слід видалити разом з радіоактивними речовинами.

У загальному випадку всі ці процеси відбуваються наступним чином: адгезія радіоактивних речовин на поверхні – сорбція ізотопів, іонний обмін – дифузія, утворення оксидної плівки.

Механізм радіоактивного забруднення поверхонь визначає форму зв'язку радіонуклідів з поверхнею, а форма зв'язку визначає вибір способу або технології дезактивації. По формі зв'язку забруднення класифікується у відповідності до НРБУ-97 на фіксоване радіоактивне забруднення та нефіксоване радіоактивне забруднення.

Радіоактивне забруднення поверхні, що знімається (нефіксоване) - частина забруднення поверхонь радіонуклідами (радіоактивними речовинами), що спонтанно або при експлуатації переходять із забрудненої поверхні в навколишнє середовище або знімаються засобами дезактивації.

Фіксоване (що не знімається) радіоактивне забруднення поверхні - частина забруднення поверхонь радіонуклідами (радіоактивними речовинами), які спонтанно або при експлуатації не переходять в навколишнє середовище і не може бути видалено методами дезактивації (без порушення їх цілісності).

Окрім того всі методи дезактивації можна розділити на рідинні та безрідинні.

Рідинний - видалення радіоактивних речовин струменем води або парою, або внаслідок фізико-хімічних процесів між рідким середовищем та радіоактивними речовинами.

Безрідинний - механічне видалення радіоактивних речовин: змітання, відсмоктування, здування, видалення зараженого шару.

Ефективність рідинного методу залежить від напору води, розходу, відстані до оброблюваної поверхні та тих добавок, які використовуються. Наприклад, найбільший коефіцієнт дезактивації досягається шляхом регулювання струменя під кутом від 30° до 45° до обробки поверхні. Для



зменшення використання води та дезактиваційних розчинів на одиницю поверхні, доцільно використовувати щітки. Щітки значно впливають на результат дезактивації, особливо в початковий період забруднення. Серед безрідинних механічних методів дезактивації слід виділити вакуумну очистку, змітання, видалення забрудненого шару. Дезактивація території з твердим покриттям здійснюється механічним методом.

Дезактивація - це операція, цілями якої можуть бути зменшення професійного опромінення, зменшення можливості викиду радіоактивних речовин у навколишнє середовище, повторне використання матеріалів, а також спрощення обробки РАВ.

У програмах радіаційного захисту, цілі дезактивації:

- зменшення радіаційного опромінення;
- покращення умов для радіаційного захисту персоналу, населення та навколишнього середовища;
- утилізація обладнання та матеріалів;
- зменшення обсягу обладнання та матеріалів, які потребують захоронення;
- відновлення території та обладнання або їх частини для подальшого використання;
- видалення не фіксованого радіоактивного забруднення.

Варто розуміти, що ступінь забруднення різних матеріалів залежить від фізико-хімічних властивостей радіоактивних речовин та властивостей забруднених поверхонь. Пористі, грубі, добре зволожені поверхні легко сорбують радіоактивні речовини і погано дезактивуються. Значно менше забруднюються радіоактивними речовинами та легко очищаються матеріалами з гладкими поверхнями.

Проведення робіт з дезактивації слід розпочинати якомога швидше після виявлення забруднення, оскільки зменшення часу контакту радіоактивних речовин з поверхнею зменшує ступінь фіксації забруднення та підвищує ефективність дезактивації. Ефективність дезактивації

характеризується коефіцієнтом дезактивації, рівним співвідношенню поверхневої активності забруднення до дезактивації та активності після дезактивації.

Існує досить велика кількість методів дезактивації. Всі методи дезактивації поділяються на три основні категорії:

- Хімічні;
- Електрохімічні;
- Механічні.

До хімічних методів дезактивації відносяться:

- Ванний спосіб;
- Ультразвукова дезактивація;
- Дезактивація гелями
- Дезактивація пінами;
- Пароемульсійний спосіб;
- Травлення реагентами;
- Фізико-хімічна (гідромеханічна) дезактивація;
- Полімерні покриття, що видаляються.

Хімічні методи ґрунтуються на взаємодії радіоактивних відкладень з дезактиваційним розчином, який контактує, заповнює або в який занурюється (занурювальний метод) устаткування. Ці методи в основному використовуються для дезактивації поверхонь. Вони засновані на розчиненні та змиванні оксидних шарів, утворених на поверхнях на яких накопичилися радіонукліди. Одним із варіантів методів хімічної дезактивації є використання полімерних плівок, що потім видаляються. Методи хімічної дезактивації включають в себе використання концентрованих або розведених розчинників, які при контакті з забрудненою поверхнею, очищають основний матеріал від радіоактивних забруднювачів. Розчинення забруднюючої плівки не знищує основний матеріал. Хімічна дезактивація ефективна зі зменшенням радіоактивності на великих поверхнях, таких як підлога та стіни. Коефіцієнт дезактивації хімічного методу варіюється в межах від 2 до 10 за цикл

дезактивації та залежить від температури дезактиваційних розчинів, швидкості їх циркуляції, структурних особливостей поверхонь та інших факторів.

Занурювальний метод забезпечує дезактивацію обладнання, інструментів або демонтованих деталей у купальних ваннах з місткістю, достатньою для повного занурення дезактиваційного елемента в розчин з можливістю повторного використання дезактиваційних розчинів. До дезактиваційних ванн, як правило, передбачається стаціонарне підведення дезактиваційних розчинів, конденсату та стисненого повітря; вони обладнані пристроями для змішування та нагрівання дезактиваційних розчинів у ваннах.

Паро-емульсійний метод використовується для дезактивації зовнішніх поверхонь техніки, контейнерів, поверхонь підлоги та стін. Ефект методу досягається шляхом обробки поверхні сумішшю дезактиваційного розчину та пари під тиском 0,8-1,5 МПа, які подаються за допомогою спеціального пристрою (ежектору).

Метод дозволяє достатньо швидко видаляти слабофіксоване забруднення, а також розрихлювати щільні радіоактивні відкладення на поверхнях обладнання та приміщень. Дезактивація металевих поверхонь з використанням електрохімічних процесів, іноді називають електрошліфуванням і ґрунтується на анодному розчиненні поверхневого шару металевих поверхонь, що містять радіоактивне забруднення, в електроліті при пропусканні через нього постійного струму. В якості електроліту, часто використовуються розчини щавлевої, сірчаної та ортофосфорної кислоти. У випадку використання лужних електролітів електрохімічний ефект дещо нижче, ніж використання кислотних електролітів. Коефіцієнт дезактивації становить щонайменше 100. Метод використовується для дезактивації окремих ділянок поверхні обладнання, монтажних вузлів та деталей.

Ультразвуковий метод зазвичай використовується для дезактивації забрудненого спецвзуття та невеликого інструменту. Дезактивація в даному

методі здійснюється в результаті спільного впливу рідкого середовища та факторів, що виникають у цьому середовищі під дією ультразвуку. Найбільші значення коефіцієнта дезактивації (до 1000) досягаються внаслідок поєднання ультразвукових дій та властивостей дезактиваційних розчинів, склад яких визначається особливостями радіоактивного забруднення.

В даний час переважно застосовують хімічні та гідрохімічні методи дезактивації, але вони потребують великого споживання кислоти, лугів, поверхнево-активних речовин. Такі методи є трудомісткими та призводять до утворення значної кількості рідких РАВ. Для хімічної дезактивації необхідне знання хімічного складу забруднення, дані про корозійні процеси та відходи.

До переваг хімічних методів відноситься те, що їх можна застосовувати в складнодоступних місцях і вони не займають багато часу. В той же час дані методи мають також недоліки серед яких: неефективність на пористих поверхнях, утворення великої кількості відходів, можливість корозії та пошкодження поверхонь обладнання, що проходило дезактивацію.

Розглянемо механічні методи дезактивації, до них відносять:

- Абразивні способи;
- Струменеві способи
- Дезактивація фреоном;
- Дезактивація за допомогою льоду;
- Вакуумна очистка;
- Крацювання;
- Ручна абразивна очистка
- Дезактивація плавленням;
- Аерозольно-гідродинамічний спосіб.

Механічні методи дезактивації базуються на фізичному видаленню радіоактивного забруднення з поверхонь за допомогою різних механічних засобів, інструментів або пристосувань та фізичних явищ. Основним недоліком більшості механічних методів є утворення великої кількості пилу, аерозолів, випару, великої кількості твердих та рідких відходів, а також

необхідності доступу до поверхні обладнання, що підлягає дезактивації. Використання даних методів не виключає можливого додаткового опромінення людей.

Методи механічної дезактивації можуть розглядатися в якості очистки поверхні без використання хімічних реагентів. Проте може застосовуватися окремо від хімічного методу дезактивації, одночасно з ним та після нього на будь-якій поверхні і дає високий коефіцієнт дезактивації особливо в поєднанні. Для дезактивації пористих поверхонь механічна очистка являється кращим варіантом із усіх можливих.

Абразивні методи очистки найбільш продуктивні, до них належать: віброабразивна очистка, пневмоабразивна очистка(піскоструменева), гідроабразивна та пароабразивна. До переваг абразивних методів відносять універсальність (застосовність до будь-яких видів поверхонь) та високі коефіцієнти дезактивації.

Струменеві методи використовують воду як універсальний засіб проведення дезактивації, що дозволяє розчиняти хімічні речовини і очищати за допомогою струменевої промивки поверхні матеріалів від забруднення. Для збільшення ефективності очистки можна піднімати температуру води, застосовувати миючі засоби та використовувати воду під тиском. Слід пам'ятати, що ефективність водяної промивки вища, чим менший час знаходження забруднення на поверхні. Метод дезактивації струменем води доступний та широко застосовується при дезактивації обладнання, транспортних засобів. Ефективність залежить від структури струменя, розходу води і напору перед насадкою, що генерує струмінь. Інтенсифікація процесів очистки здійснюється введенням ПАР або дезактивууючих розчинів в робочу рідину або використання в якості робочих рідин водних розчинів технічних миючих речовин.

Досить часто до методів дезактивації включають пиліподавлення різними засобами та способами, які не є безпосередньою дезактивацією, але часто мають обмежувальні властивості. Наприклад, на об'єкті "Укриття", в

силу його конкретних властивостей, пилоподавлення відіграє більш важливу роль у радіаційному захисті персоналу, ніж дезактивація.

Вибір методу дезактивації залежить від конкретних умов його реалізації: зручності, простоти, матеріальних витрат тощо. Кінцевий спосіб дезактивації повинен враховувати фактори та критерії, що стосуються умов конкретного майданчику. Ці критерії включають:

- місце забруднення (внутрішня або зовнішня поверхня);
- тип матеріалу, що дезактивується;
- характер забруднення (оксид, відкладення, аерозоль, осад);
- ефективність застосування методів дезактивації;
- розподіл забруднення (поверхні, тріщини, однорідне);
- вплив на навколишнє середовище;
- питання безпеки, екологічні та соціальні проблеми;
- зменшення рівня радіаційного опромінення;
- кількість і тип вторинних відходів після дезактивації;
- остаточне розташування забруднених матеріалів;
- час;
- вартість.

Зовнішня деконтамінація вимагає максимального видалення радіоактивних речовин з поверхні тіла та засобів індивідуального захисту. При потраплянні радіоактивних речовин до шлунку проводять його промивання чистою водою з ентеросорбентами при їх наявності.

Знезараження людей та засобів індивідуального захисту, як частину комплексу заходів деконтамінації називають санітарною обробкою.

Санітарна обробка забруднених радіоактивними речовинами осіб з персоналу та населення полягає у видаленні радіоактивних речовин з поверхні шкіри й слизових оболонок людини.

Санітарна обробка може бути частковою чи повною. Часткова санітарна обробка – механічне очищення і обробка відкритих ділянок шкіри, поверхні одягу, взуття, засобів індивідуального захисту, а також обмивання

чистою водою рук, шиї, обличчя, полоскання рота й горла. Така обробка здійснюється безпосередньо в районі проведення аварійно-рятувальних робіт.

Повна санітарна обробка осіб з персоналу й населення забруднених радіоактивними речовинами здійснюється після виводу осіб з персоналу й населення з зони враження та полягає в повному знезараженні тіла людини за допомогою відповідних засобів. Санітарна обробка (повна) проводиться в стаціонарних обмивочних пунктах, банях, душових кімнатах чи на спеціально підготовлених майданчиках. Основна умова успішної повної санітарної обробки – створення умов, за яких особи, що пройшли обробку, не пересікаються з особами, що направляються на обробку.

Ефективність часткової чи повної санітарних обробок контролюється засобами й процедурами дозиметричного контролю, який здійснюється до обробки та після обробки. Повинні бути встановлені критерії ефективності повної санітарної обробки, які у різних випадках можуть бути різними.

При деконтамінації постраждалого важливо враховувати, що деякі радіоактивні речовини можуть призводити також до хімічних ушкоджень при надходженні в організм у вигляді кислот, свинцевих сполук.

У цілому деконтамінацію слід починати з очищення відкритої шкіри і ран, а також отворів тіла, що необхідне для запобігання внутрішнього забруднення та зменшення дози, яку випромінює постраждалий на інші частини тіла. Коли ж немає відкритих ділянок шкіри деконтамінацію розпочинають із зняття спецодягу та обмивки засобів індивідуального захисту.

## **2. Дезактивація спецодягу.**

Радіоактивне забруднення спеціального одягу стає джерелом зовнішнього опромінення працівника та можливою причиною забруднення шкіри або надходження радіоактивних речовин всередину організму.

Забруднення спецодягу та засобів індивідуального захисту зазвичай відбувається при контакті з радіоактивною поверхнею та в результаті осідання радіоактивних речовин з повітря. ЗІЗ до яких відносяться костюми, окуляри,

рукавиці, протигази, що виготовлені з синтетичних і полімерних матеріалів, піддаються зазвичай поверхневому забрудненню. Основними факторами, що впливають на забруднення є статична електрика, зношення тканин, жиромасляні плівки, структура та вид тканини.

Деактивація забрудненого одягу здійснюється, як правило, методом прання на спецпральні. Деактивація шляхом прання повинно здійснюватися відповідно до технологічного процесу, основними стадіями якого є: приймання та сортування спецодягу; обробка в пральних машинах та барботажних ваннах; віджим і сушіння. Прання спецодягу повсякденного використання здійснюється, як правило, окремо від плівкового одягу та рукавичок. Крім того, можна сортувати за типом спецодягу: комбінезони, халати, шкарпетки, нижня білизна, рушники. При прийнятті на прання обов'язковим є дозиметричний контроль та сортування спецодягу відповідно до ступеня забруднення.

Деактивація засобів індивідуального захисту здійснюється шляхом миття розчинами із поверхнево активними речовинами або спеціальними розчинами, після чого засоби ЗІЗ знімаються та за необхідності особа направляється на санітарну обробку.

В залежності від типу ЗІЗ та ступеня залишкового забруднення, їх утилізують (РАВ) або піддають подальшій дезактивації.

### **3. Деактивація шкіри. Деконтамінація рани.**

Незважаючи на використання спецодягу та ЗІЗ, можна забруднити радіонуклідами шкіру. Забруднення відкритих ділянок тіла (обличчя, рук) може відбуватися безпосередньо в процесі роботи, а також при знятті ЗІЗ. Забруднення решти тіла може відбутися з порушенням правил використання або зняття комбінезону та додаткових ЗІЗ, а також з порушенням технології робіт (неакуратне поводження). При виявленні забруднення шкірних покривів необхідно приступити до їх дезактивації якнайшвидше, так як зі збільшенням часу контакту радіонуклідів із шкірою ефективність очистки знижується.



Завжди слід мати на увазі, що дезактивація шкіри не повинна спричинити її додаткове сильне роздратування. Всі засоби дезактивації шкіри (не враховуючи звичайне мило та щітку) певною мірою призводять до пошкодження шкіри через механічний або хімічний вплив, тому їх не можна використовувати довільно.

Людина, яка працює з радіоактивними речовинами, повинна ретельно контролювати чистоту та еластичність шкіри та коротко підстригати нігті, так як суха шкіра, тріщини та подряпини погіршують результат дезактивації.

Потрібно пам'ятати, що не фіксоване забруднення, яке легко змивається, становить найбільшу небезпеку, оскільки може потрапити всередину тіла.

Широке забруднення радіоактивністю тіла зустрічається рідко. У більшості випадків забруднення піддається відкритим районам тіла - руки, обличчя, голови.

Оптимальна температура для дезактивації шкірних покривів становить 30-32°C, застосування гарячої води призводить до розширення пір і сприяє проникненню радіоактивного забруднення всередині тіла.

За наявності забруднення тіла, необхідно обов'язково прийняти душ, з наступною перевіркою результатів дезактивації організму. Якщо залишкове забруднення перевищує допустиму норму, дезактивація повинна бути повторена. Зазвичай для досягнення повноти дезактивації, весь санітарний процес обробки повинен бути кілька разів повторений.

Ефективність дезактивації значно залежить від часу з моменту забруднення. Найефективніша перша дезактивація. Очищення шкіри до повного видалення радіоактивних речовин може бути довгостроковим процесом.

При локальному забрудненні шкіри, відповідну частина тіла (руки) ретельно промивають водою із використанням мила і м'якої щітки протягом 2-3 хвилин. Забруднена поверхня шкіри повинна бути покрита густою піною, яка потім змивається. Використовуйте щітку потрібно без натиску, не можна

подразнювати шкіру. При дезактивації рук, особлива увага повинна приділятися очистці складок шкіри, лунок нігтів. Процедуру повторюють, щонайменше в 3-4 рази. Протирають шкіру і виміряють залишкову радіоактивність.

Наказ МОЗ №322 від 25.05.2011 «Про затвердження Методичних рекомендацій з проведення деконтамінації постраждалих внаслідок дії хімічних, радіаційних чинників та біологічних агентів» рекомендує, що для очищення непошкодженої шкіри деконтамінацію слід починати з використання менш агресивних методів очищення для того, щоб звести до мінімуму ризик механічних, хімічних або термічних пошкоджень шкіри. Найпростішим методом деконтамінації є промивання контамінованої поверхні слабким струменем води при одночасному застосуванні хірургічної губки. Повторює тезис, що вода має бути теплою, оскільки гаряча вода відкриває пори шкіри, що сприяє абсорбції радіоактивних речовин через шкіру, холодна вода - закриває пори, де можуть залишитись радіоактивні речовини. Якщо миття простою водою з губкою неефективне, доцільно застосувати м'яке мило. Уражене місце рекомендується 3-4 хвилини обережно терти губкою з милом, а потім промивати водою протягом 2-3 хвилин і при необхідності повторити. Необхідність повторення обумовлена радіаційним контролем, який слід проводити після кожної серії процедур миття.

Ефективним засобом для проведення деконтамінації є також гідрокарбонат натрію (сода), розчинений у воді в співвідношенні 1:10.

Більш агресивні способи деконтамінації шкіри припускають видалення частини епітелію, для чого можливо використовувати дуже тонкий наждачний папір (для деконтамінації ступнів і долонь).

Коли рівень контамінації не вдається зменшити, процедури деконтамінації припиняють.

Деконтамінації волосся є також важливим аспектом його промивають шампунем, милом, потім 3% розчином лимонної кислоти та знову шампунем і промивають водою. Голова при митті повинна бути нахилена назад, так щоб

вода не текла по обличчі та тілі. Волосся висушують феном і вимірюють залишкову радіоактивність. При необхідності дезактивація повторюється. Якщо не вдається змити залишкове забруднення, то у такому випадку волосся зістригають. Голити його не рекомендують, оскільки можливі при цьому дрібні порізи і подразнення шкіри можуть обумовити внутрішню контамінацію. При митті голови слід уникати попадання води в очі, вуха, рот та ніс.

Забрудненні отвори тіла (рот, ніс, очі і вуха) вимагають особливої уваги, оскільки поглинання радіоактивних речовин в цих зонах відбувається значно швидше, ніж через шкіру.

При забрудненні радіоактивними речовинами слизової оболонки очей або порожнини рота, потрібно виконувати рясне промивання слизової оболонки теплою дистильованою водою або 2% розчином соди, або у відповідності до наказу МОЗ №322 при потраплянні радіоактивних речовин через рот, слід негайно почистити зуби зубною пастою і кілька разів прополоскати рот 3% розчином лимонної кислоти. Уражені мигдалини доцільно прополоскати горло 3% розчином перекису водню ( $H_2O_2$ ).

Очі варто промивати водою в напрямку від внутрішнього до зовнішнього краю ока.

Якщо радіоактивні речовини потрапляють на слизову оболонку носа, необхідно використовувати зрошення носа теплою водою, фізіологічним розчином або 2% розчином соди за допомогою м'якого катетера.

Зовнішній слуховий прохід слід також промити. Можна використовувати тампон, якщо барабанна перетинка не пошкоджена.

### ***Деконтамінація рани***

При наявності радіоактивного ураження будь-яка рана вважається контамінованою. Таку рану обробляють в першу чергу (хірургічна обробка рани) перед проведенням загальної деконтамінації шкіри постраждалого. При

контамінованій рані слід припускати наявність внутрішньої контамінації постраждалого.

Дії, необхідні для лікування постраждалого, визначають періодом напіврозпаду радіоактивних елементів, що потрапили в організм, їх уражаючим впливом і рівнем максимальної дози, яка є допустимою при контамінації такими речовинами.

Послідовність заходів деконтамінації рани, що контамінована:

- збереження одягу та збір аналізів;
- рану необхідно спочатку відмежувати від сусідніх ділянок тіла матеріалами, які є водонепроникними;
- рану промивають асептичними розчинами та 3% розчином перекису водню ( $H_2O_2$ ), які згодом збирають і перевіряють на ефективність деконтамінації і наявність забруднення. Як правило потрібні декілька таких промивань, після кожного з яких рідина з рани має бути видаленою, а всі матеріали, що використали при процедурі, утилізованими.
- лікування рани після деконтамінації здійснюють відповідно до медичних показань. Якщо потрібних результатів деконтамінації не досягнуто, слід стимулювати кровообіг у рані з метою спроби видалення радіоактивних елементів з кров'ю;
- якщо після цього рівень контамінації продовжує залишатися небезпечно високим, слід застосувати хірургічне очищення рани; видалені при цьому фрагменти тканин потрібно зберігати для радіологічного контролю;
- рану закривають водонепроникною пов'язкою перед очищенням інших зон ураження;
- зашивати рану необхідно лише після максимальної всебічної деконтамінації;
- сторонні тіла повинні бути видалені з рани за допомогою затискачів або іншого інструментарію. Колоті рани, що містять радіоактивні елементи (особливо на пальцях), вилучають за допомогою висічення.

Контаміновані (променеві) опіки лікують як звичайні опіки, оскільки радіоактивні частинки виходять з рани разом з продуктами запаленням. Пов'язки і простирадла хворих з променевими опіками являють радіаційну небезпеку і тому повинні бути утилізовані.

При значному радіоактивному забрудненні тіла, видалення радіоактивних речовин починається з найбільш забруднених ділянок. Якщо після 3-4-кратної обробки радіоактивні речовини продовжують залишатися на шкірі, процедура відмивки повторюють з інтервалом 24 годин кілька разів. Для запобігання сухості шкіри після обробки миючими засобами використовують будь-який пом'якшувачий крем. Після обробки окремих забруднених частин тіла необхідно пройти повну обробку тіла в душі. При забрудненні великих площ тіла, процедура відмивки радіоактивних речовин повинна здійснюватися під душем.

Нині для проведення деконтамінації використовується легка портативна деконтамінаційна система АТМ-10 разом із комплектом розчинів для спецобробки БКС-05, розчини можуть постачатися окремо.

Легка портативна деконтамінаційна система АТМ-10 призначена для швидкого проведення спеціальної обробки особового складу, техніки, спорядження та споруд. Автономна робота АТМ-10 дозволяє покрити дезактиваційним розчином площу до 90 м<sup>2</sup>. Також деконтамінаційна система АТМ-10 сумісна з усіма типами розчинів, порошків і рідин для дезактивації. Постачається із комплектом розчинів для спецобробки БКС-5:

- «Рубіж» - призначений для комплексної дегазації і дезінфекції об'єктів озброєння і військової техніки, зброї, обладнання фортифікаційних споруд, об'єктів капітального будівництва, місцевості, індивідуальних засобів захисту. Ефективність дезінфекції протягом 15-60 хвилин становить 100%. Ступінь дегазації отруйних речовин до 99,97%;

- «Вертикаль» - призначений для підвищення ефективності проведення спеціальної обробки, в поєднанні із засобом «Рубіж». При добавці

1% засобу «Вертикаль» час контакту робочих розчинів з похилими, вертикальними і сферичними поверхнями збільшується більш ніж в 100 разів;

- «Щит» - Призначений для проведення дезактивації озброєння і військової техніки, устаткування, приміщень, обмундирування, спецодягу, спорядження, засобів індивідуального захисту. Ступінь дезактивації до 99,95%.

- «Роса» - Призначений для комплексної спеціальної обробки (дезінфекції, дегазації, дезактивації) відкритих ділянок шкіри особового складу, індивідуальних засобів захисту, зброї.;

- «Бастіон» - Призначений для проведення комплексної санітарної обробки особового складу військовослужбовців, очищення поверхні шкіри і волосяного покриву людини від радіонуклідів, іонів важких металів, отрут, токсинів і бактеріальних агентів. Ступінь дезактивації шкіри людини після одноразової обробки становить 88,4%. Антибактеріальні властивості засобу «Бастіон» становлять 98,9%. Ефективність дегазації до 99,1%.

Комплект розчинів БКС-05 також можна використовувати з наявними технічними засобами для проведення спеціальної обробки, такими як АРС-14.

Авторозливна станція АРС-14 призначена для проведення дегазації, дезактивації, дезінфекції озброєння та військової техніки, дегазації і дезінфекції окремих ділянок місцевості та доріг рідкими розчинами, транспортування і тимчасового зберігання рідин, дезактивуючих речовин і розчинів, спорядження рідинами дрібних ємностей, а також для перекачування рідин з однієї тари в іншу.

За умови масового надходження контамінованих постраждалих додатково розгортаються деконтамінаційні системи. Ці системи можуть бути мобільними (намети), або стаціонарними. Рішення щодо застосування типу деконтамінаційної системи визначається територіальною доступністю, вартістю, кількістю контамінованих постраждалих та потребами в мобільності цієї системи.

Лікувально-профілактичні заклади повинні бути готовими до надходження контамінованих постраждалих, мати розроблені плани заходів з проведення деконтамінації та утилізації відходів.

На ранньому госпітальному етапі при масовому надходженні контамінованих постраждалих до лікувально-профілактичного закладу та додатковому розгортанні деконтамінаційних систем здійснюється наступне:

а) Перед деконтамінаційною системою розміщується розподільний пост, де працює лікар або фельдшер, який проводить розподіл постраждалих на дві групи: стабільні та нестабільні.

б) Стабільні постраждалі спрямовуються до місця проведення деконтамінації. Група розподіляється на два потоки - жінки та чоловіки, для яких забезпечується два окремих деконтамінаційних коридори. Деконтамінація проводиться в наступній послідовності: зняття забрудненого одягу, який складається в окремі пластикові пакети, що щільно зав'язуються та залишаються в цій зоні; душові - приймання душу з миючими засобами (мило, гель тощо) протягом 3 - 5 хвилин; одягання чистої білизни; спрямування постраждалих в зону спостереження, яка може бути в приміщенні лікувально-профілактичного закладу чи тимчасово обладнаних площадках. Деконтамінація може проводитись постраждалими самостійно або за мінімальної допомоги медичного персоналу.

З урахуванням, що постраждалим може бути необхідна психологічна допомога, а також можливе погіршення їх стану здоров'я - медичний персонал, який працює на місці проведення деконтамінації, повинен мати навички проведення медичного сортування та надання екстреної медичної допомоги.

в) Нестабільні постраждалі спрямовуються в окрему зону, де перед проведенням деконтамінації надаються, у разі необхідності екстрену медичну допомогу (відновлення прохідності дихальних шляхів, інтубація, проведення штучного дихання тощо). В подальшому деконтамінація проводиться за схемою та з використанням захисного одягу персоналом, наведеними в абзаці б).

Після деконтамінації постраждали госпіталізуються у відділення невідкладної (екстреної) медичної допомоги або інші відділення лікувально-профілактичного закладу для подальшого лікування.

При плануванні проведення деконтамінації постраждалих при масових випадках, незалежно від забруднюючого чинника, слід вирішити наступні питання:

- пристосування системи деконтамінації до потреб постраждалих;
- питання утилізації стічної води та медичних відходів;
- розміщення деконтамінаційної системи.

У міжнародній практиці на ранньому госпітальному етапі для деконтамінації використовують стаціонарні та мобільні деконтамінаційні системи. У мобільній системі можна проводити деконтамінацію 25-75 постраждалих на годину. Системи можуть бути модульного або відкритого типу. При модульному типі проводять деконтамінацію кожного постраждалого окремо. Незручністю є те, що постраждалий не може рухатись далі по модулю, доки не звільнився наступний модуль. Відкритий тип забезпечує максимальну пропускну спроможність.

#### ***Утилізація стічної води та медичних відходів***

Багато моделей мобільного типу оснащено дренажем та резервуаром для збирання стічної води. Моделі стаціонарного типу потребують встановлення піддонного резервуару для стічної води. Необхідно визначитись, як довго деконтамінаційна система може працювати на повну потужність, враховуючи заповнення резервуару. Стічні води після проведення масової деконтамінації можуть представляти загрозу вторинного забруднення.

Розміщення деконтамінаційних систем має враховувати послідовність проведення деконтамінації для унеможливлення контакту контамінованих і деконтамінованих постраждалих.

#### ***Процес дезактивації персоналу при виході з контамінованої зони***

Кожен, хто підлягає пройти дезактивацію підходить до зони деконтамінації та діє у послідовності, як наведено нижче:



1) Зняти зовнішні рукавички, з одночасним вивертання їх на зворотну сторону.

2) Повернути дозиметр відповідальному за радіаційний контроль.

3) Зняти весь спецодяг, вивертаючи його на зворотну сторону і уникаючи струшування, або розрізати спецодяг за допомогою спеціальних пристосувань. Дію по зрізання ЗІЗ повинна виконувати інша особа, залучена до проведення деконтамінації.

4) Зняти маску, протигаз.

5) Зняти бахіли для взуття по черзі з кожної ноги і заміряти рівень радіації взуття. що заміром констатується відсутність контамінації взуття - переступити за контрольну обмежувальну лінію.

6) Зняти внутрішні рукавички.

7) Пройти повний радіаційний контроль.

8) Прийняти душ.

При контамінації радіоактивними чинниками необхідно пам'ятати наступне:

- контамінована людина продовжує сама отримувати радіоактивне випромінювання та стає джерелом розповсюдження радіоактивного чинника;
- видалення контамінованого одягу і миття шкіри постраждалого може зменшити зовнішню контамінацію більше ніж на 90%;
- екстрену медичну допомогу надають постраждалим з клінічними проявами первинної реакції на гостре опромінення, оскільки розвиток гострої променевої хвороби відтермінований у часі;
- важливим моментом у лікуванні комбінованих радіаційних уражень є першочергове лікування звичайних серйозних супутніх пошкоджень (опіки та травми) до початку розвитку гострої променевої хвороби;
- стандартні запобіжні заходи (маска, бахіли, рукавички, халат та захист очей) здатні захистити персонал від вторинного забруднення при роботі з контамінованими постраждалими.

## РОЗДІЛ 2

### ХІМІЧНИЙ ТА БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ТА ЗАХОДИ ЗАХИСТУ. ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ВІД ЗБРОЇ МАСОВОГО УРАЖЕННЯ (ХІМІЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ЗБРОЇ)

**Тема 2.1. Законодавство у сфері цивільного захисту та у сфері забезпечення хімічної безпеки щодо організації та здійснення заходів хімічного захисту**

#### План

1. Основні нормативно-правові акти у сфері цивільного захисту.
2. Реформа законодавства України у сфері забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією.

#### **1. Основні нормативно-правові акти у сфері цивільного захисту.**

Цивільний захист і хімічна безпека є ключовими напрямками національної безпеки, які спрямовані на захист життя та здоров'я громадян, а також на збереження майна і довкілля від негативного впливу небезпечних хімічних речовин та радіації. Забезпечення хімічного захисту включає превентивні заходи, швидке реагування на надзвичайні ситуації та організацію евакуації. Дана лекція розкриває основи законодавства України у цій сфері, спираючись на ключові закони.

Основні нормативно-правові акти у сфері цивільного захисту наведені нижче.

##### ***1) Кодекс цивільного захисту України.***

Кодекс цивільного захисту України є основним документом, що регламентує діяльність у сфері цивільного захисту, включаючи радіаційний, хімічний захист та організацію евакуаційних заходів.

*Стаття 35 Кодексу цивільного захисту України. Радіаційний і хімічний захист населення і територій.*

## 1. Радіаційний і хімічний захист населення і територій включає:

- 1) виявлення та оцінку радіаційної і хімічної обстановки;
- 2) організацію та здійснення дозиметричного і хімічного контролю;
- 3) розроблення та впровадження типових режимів радіаційного захисту;
- 4) використання засобів колективного захисту;
- 5) використання засобів індивідуального захисту, приладів радіаційної та хімічної розвідки, дозиметричного і хімічного контролю аварійно-рятувальними службами, формуваннями та спеціалізованими службами цивільного захисту, які беруть участь у проведенні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, гасінні пожеж в осередках ураження радіаційно і хімічно небезпечних об'єктів та населення, яке проживає у зонах небезпечного забруднення;
- 6) проведення йодної профілактики рятувальників, які залучаються до ліквідації радіаційної аварії, персоналу радіаційно небезпечних об'єктів та населення, яке проживає в зонах можливого забруднення, радіоактивними ізотопами йоду з метою запобігання опроміненню щитоподібної залози;
- 7) надання населенню можливості придбання в особисте користування засобів індивідуального захисту, приладів дозиметричного та хімічного контролю;
- 8) проведення санітарної обробки населення та спеціальної обробки одягу, майна і транспорту;
- 9) розроблення загальних критеріїв, методів та методик спостережень щодо оцінки радіаційної і хімічної обстановки;
- 10) інші заходи радіаційного і хімічного захисту залежно від ситуації, що склалася.

## 2. Радіаційний і хімічний захист населення і територій забезпечується:

1) визначенням суб'єктів господарювання, на яких обладнуються місця для проведення санітарної обробки населення та спеціальної обробки одягу, майна і транспорту;

2) завчасним накопиченням і підтриманням у готовності:

а) засобів колективного та індивідуального захисту;

б) приладів радіаційної та хімічної розвідки, дозиметричного і хімічного контролю;

в) засобів фармакологічного протирадіаційного захисту для йодної профілактики населення, рятувальників та персоналу радіаційно небезпечних об'єктів радіоактивними ізотопами йоду з метою запобігання опроміненню щитоподібної залози.

3. Здійснення заходів радіаційного і хімічного захисту та його забезпечення покладається на суб'єктів забезпечення цивільного захисту.

4. Порядок забезпечення населення і працівників формувань та спеціалізованих служб цивільного захисту засобами індивідуального захисту, приладами радіаційної та хімічної розвідки, дозиметричного і хімічного контролю визначається Кабінетом Міністрів України.

## **2) Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки».**

*Цей закон встановлює вимоги до підприємств, що є об'єктами підвищеної небезпеки, які мають справу з небезпечними хімічними речовинами. Основні положення включають:*

Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки: підприємства зобов'язані визначити рівень небезпеки свого виробництва, оцінити ризики і зареєструвати об'єкт у державному реєстрі.

*Розробка ПЛАС (Плану локалізації та ліквідації аварійних ситуацій):*

ПЛАС включає порядок дій при виникненні аварій з небезпечними хімічними речовинами, передбачає можливі сценарії розвитку ситуації та заходи з їх локалізації.

Підприємства зобов'язані проводити навчання для персоналу щодо виконання ПЛАС, а також взаємодії з екстреними службами.

Охорона довкілля: підприємства мають розробляти заходи з мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище під час аварійних ситуацій.

Регулярні інспекції: державні органи проводять перевірки об'єктів підвищеної небезпеки, щоб контролювати виконання вимог законодавства.

### **3) Закон України «Про забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією».**

Цей Закон визначає правові, організаційні та економічні засади у сфері забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією, спрямовані на запобігання небезпечному впливу хімічної продукції на довкілля та здоров'я людини, встановлює вимоги до діяльності суб'єктів господарювання галузі хімічної промисловості, регулює відносини, що виникають у сфері забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією, з урахуванням міжнародних зобов'язань України.

#### **4) Закон України «Про перевезення небезпечних вантажів»**

Перевезення небезпечних вантажів, включаючи хімічні речовини, є одним з найважливіших аспектів забезпечення хімічної безпеки. Основні вимоги закону:

Спеціалізовані транспортні засоби: лише транспортні засоби, які відповідають технічним вимогам, можуть використовуватися для перевезення небезпечних вантажів. Це включає обладнання транспортних засобів системами захисту, вентиляції, охолодження та ін.

Підготовка водіїв та персоналу: усі особи, які беруть участь у перевезенні небезпечних вантажів, повинні проходити спеціальну підготовку і мати відповідні сертифікати.

Документація: при перевезенні небезпечних вантажів обов'язково має бути повний пакет документів, включаючи опис речовин, інструкції з безпеки та шляхи евакуації у разі аварії.

Міжнародні вимоги та стандарти: закон передбачає гармонізацію національних норм із міжнародними стандартами, такими як Європейська угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ADR).

## **2. Реформа законодавства України у сфері забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією.**

У сучасному світі, де хімічна промисловість є одним з ключових ланок економіки, питання безпеки використання хімічних речовин набуває особливої актуальності. Україна, крокуючи в ногу з часом, вирішила кардинально оновити свій підхід до забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією.

Реформа законодавства у цій сфері стала не просто відповіддю на виклики сучасності, але й знаковим кроком назустріч забезпеченню здоров'я населення та захисту довкілля. Зміни, що були внесені, відображають глобальні тенденції та міжнародні стандарти, адаптовані до української реальності.

В центрі цієї трансформації — новий закон, що став кульмінацією зусиль держави у сфері хімічної безпеки, відкриваючи нову сторінку в історії управління хімічними речовинами в країні.

Закон України “Про забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією” регулює відносини, пов'язані з забезпеченням хімічної безпеки та управлінням хімічною продукцією. Закон встановлює важливі вимоги та процедури, пов'язані з забезпеченням безпеки та контролю за хімічною продукцією в Україні.

Він включає в себе вимоги щодо державного нагляду та контролю, встановлює процедури реєстрації хімічних речовин, включаючи подання заяви про проведення державної реєстрації, вимоги до додаткових документів, що подаються разом із заявою, та процедури прийняття рішень щодо державної реєстрації, вимоги до проведення оцінки безпечності хімічних речовин та оцінки ризиків, механізм встановлення обмежень використання для небезпечних хімічних речовин, а також вимоги до здійснення моніторингу загроз хімічній безпеці. Закон визначає процедури підготовки до контр-терористичних заходів відповідно до аналізу загроз та уразливості цільових об'єктів, виведення з ринку особливо небезпечних хімічних речовин.

Закон встановлює вимоги до оцінки безпечності хімічних речовин, включаючи проведення оцінки небезпечності, оцінки впливу хімічних речовин на здоров'я людини та довкілля, оцінки ризиків використання небезпечних хімічних речовин у виробничому процесі та визначення відповідних заходів щодо мінімізації (контролю) ризиків .

В цілому, цей закон встановлює важливі процедури та вимоги для забезпечення безпеки та контролю за хімічною продукцією в Україні, спрямовані на зменшення негативного впливу хімічних речовин на довкілля та здоров'я населення.

Закон вводить численні визначення, такі як «хімічна речовина», «небезпечна хімічна речовина», «особливо небезпечна хімічна речовина», «отруйна хімічна речовина», «оцінка безпечності хімічних речовин», «оцінка ризиків», та інші. Процедури та вимоги Закону тісно пов'язані з цими термінами та їх застосуванням.

Закон регулює відносини, пов'язані із забезпеченням хімічної безпеки та управлінням хімічною продукцією, включаючи діяльність уповноважених центральних органів виконавчої влади, інших органів державної влади, органів місцевого самоврядування, юридичних і фізичних осіб – підприємців, суб'єктів наукової та науково-технічної діяльності.

Дія Закону поширюється на діяльність, пов'язану з виробництвом, зберіганням, імпортом, експортом, обігом, використанням хімічної продукції, обробленням її відходів. Закон не стосується виробництва та використання ліків, наркотиків, пестицидів, косметики та інших продуктів, які використовуються в медицині та інших галузях, а також продуктів, пов'язаних з тютюновою продукцією, так як ці сектори регулюється окремим законодавством (або будуть в майбутньому).

Законодавство України у сфері забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією визначається рядом нормативних документів, серед яких основним є зазначений Закон, що регламентує основні відносини у цій сфері. Це включає Конституцію України, Кодекс цивільного

захисту, закони про охорону навколишнього середовища, оцінку впливу на довкілля, охорону праці, санітарне та епідемічне благополуччя населення, дозвільну систему у сфері господарської діяльності, державний нагляд у цій сфері, національну безпеку та інші.

Відносини регулюються строго згідно з цим Законом, і внесення змін до нього можливе лише через прийняття окремих законів. Закон встановлює порядок оцінки безпеки хімічних речовин, їх класифікації за ступенем небезпечності, заборони чи обмеження використання, а також виведення з ринку особливо небезпечних хімічних речовин. У випадку суперечностей між нормами цього Закону та спеціальними законами, перевагу мають норми цього Закону.

У сфері забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією в Україні впроваджується новий підхід, що базується на ряді ключових принципів, які мають на меті гармонізацію екологічних, економічних, та соціальних аспектів. Основні засади охоплюють пріоритетність хімічної безпеки, сталий розвиток, мінімізацію ризиків для здоров'я людей та довкілля, науково обґрунтоване вирішення проблем, координацію дій урядових структур, прозорість інформації, соціальний захист та застосування міжнародного досвіду.

Цей підхід передбачає, що вимоги хімічної безпеки мають абсолютний пріоритет і є обов'язковими для дотримання всіма учасниками, включаючи господарську, управлінську та інші види діяльності, пов'язані з хімічною продукцією. Захист довкілля від антропогенного впливу, забезпечення безпеки життя та здоров'я людей, відшкодування шкоди, завданої порушенням законодавства, а також гарантування соціального захисту працівників, що постраждали на виробництві, стають ключовими аспектами цієї політики.

Унікальність нового підходу полягає також у тому, що він спирається на координацію дій на різних рівнях управління та інтегрує наукові та технологічні досягнення для забезпечення хімічної безпеки. Важливим



елементом є доступність інформації про стан хімічної безпеки, що дозволяє громадськості бути поінформованою про можливі ризики та заходи реагування на хімічні інциденти. Окрім того, залучення світового досвіду та інновацій сприяє підвищенню промислової безпеки та розвитку хімічної промисловості на основі передових технологій.

Україна взялася серйозно за питання хімічної безпеки, передбачаючи створення (або призначення існуючого міністерства) спеціального центрального органу виконавчої влади для керування цим важливим напрямком.

Наразі питання створення або призначення органу обговорюється в Кабінеті Міністрів України: цей орган буде або новоствореним агентством або службою при Кабінеті Міністрів України, або підпорядкованому Міндовкілля, або ж Міндовкілля буде призначене для виконання його функцій.

Цей орган буде відповідати за велику частину завдань і функцій, пов'язаних з безпечним використанням хімічних речовин і продукції. Він має забезпечувати, щоб все, що пов'язано з хімічними речовинами — від їх виробництва до утилізації — відбувалося з мінімальним ризиком для людей та довкілля.

Ця майбутня структура — справжній координатор і вартовий хімічної безпеки в країні. Вона працюватиме на те, щоб правила були чіткими, а контроль за їх дотриманням — суворим. Це означає, що кожен, хто працює з хімічними речовинами, від великих заводів до невеличких лабораторій, повинен буде дотримуватися правил, що гарантують безпеку всіх нас.

Цей спеціалізований орган влади — справжній мультиінструмент у сфері хімічної безпеки. Він керує всім: від розробки великих стратегій і планів до деталей, як-от видача дозволів на небезпечні речовини або моніторинг їх використання. Також цей орган стежить за тим, щоб усі рівні управління — від національного до регіонального — працювали злагоджено та ефективно.

Ось деякі з його ключових завдань:

- Розробка і реалізація державної політики у сфері хімічної безпеки.

- Випуск і контроль дозволів на використання небезпечних хімічних речовин.
- Реєстрація хімічних речовин та управління інформацією про них.
- Підготовка заходів для запобігання хімічним аваріям і зниження ризиків.
- Стеження за загрозами хімічній безпеці та інформування громадськості про потенційні небезпеки.
- Управління даними про хімічні речовини, включаючи їх класифікацію та небезпечність.

Окрім того, цей орган відіграватиме ключову роль у навчанні та інформуванні громадськості про потенційні ризики та способи захисту від них. Він також відповідатиме за інформаційне та координаційне реагування на будь-які інциденти з хімічними речовинами, забезпечуючи швидке та ефективне вирішення проблем, щоб мінімізувати їх вплив на людей та довкілля.

У цілому, створення такого органу показує зобов'язання України дбати про здоров'я своїх громадян і берегти навколишнє середовище, роблячи кроки для безпечного та відповідального поводження з хімічними речовинами.

Цей орган також грає важливу роль у міжнародній співпраці, допомагаючи Україні виконувати міжнародні зобов'язання, зокрема щодо контролю за перевезенням ртуті та її сполук, а також у відповідності до міжнародних конвенцій про захист довкілля.

Завдяки цьому органу, Україна не просто краще захищає своїх громадян та довкілля від потенційних хімічних загроз, а й активно працює над тим, щоб бути на одній хвилі з міжнародними стандартами хімічної безпеки.

В Україні питання хімічної безпеки взято під суворий контроль з метою захисту здоров'я людей та довкілля. Для цього вживаються різноманітні заходи, які дозволяють не лише мінімізувати потенційні ризики, а й ефективно реагувати на можливі загрози. Серед головних напрямків діяльності – це забезпечення високого рівня охорони здоров'я громадян, що охоплює як

забезпечення санітарних та епідеміологічних стандартів, так і захист працівників. Велика увага приділяється також охороні навколишнього природного середовища, адже здоров'я екосистем безпосередньо впливає на благополуччя людини.

Ключовою ланкою в системі хімічної безпеки є контроль за хімічною продукцією, що включає не тільки ретельний нагляд за виробництвом та обігом хімікатів, але й впровадження міжнародних стандартів та норм. Це дозволяє гарантувати, що на ринку присутні лише ті хімічні речовини, які пройшли належну оцінку та визнані безпечними для здоров'я людей та навколишнього середовища.

Особлива увага приділяється безпечному поводженню з відходами, адже неправильне утилізування хімічних речовин може призвести до забруднення повітря, води та ґрунту. Тому держава створила систему, що забезпечує не лише ефективний збір та переробку відходів, а й їх безпечне знешкодження.

Важливим аспектом є також моніторинг загроз хімічній безпеці, що дозволяє оперативно виявляти потенційні ризики та запобігати можливим інцидентам. Для цього використовуються сучасні технології та методики, що забезпечують ретельний аналіз ситуації та вживання відповідних заходів.

Не менш важливою є інформаційна відкритість та доступність даних про хімічні речовини, що використовуються або знаходяться на розгляді. Це допомагає громадянам бути в курсі потенційних ризиків та заходів безпеки, а також сприяє відповідальному ставленню до використання хімікатів.

В умовах сучасного світу, де хімічна промисловість розвивається стрімкими темпами, питання хімічної безпеки стає дедалі актуальнішим. Україна, реалізуючи вищезазначені заходи, прагне не лише забезпечити належний рівень захисту своїх громадян та природи, а й гармонізувати своє законодавство з міжнародними стандартами, що є важливим кроком на шляху до інтеграції в світову спільноту та забезпечення сталого розвитку.

В епоху технологічного прогресу та зростання хімічної промисловості питання безпеки стає все більш актуальним. Одним із ключових аспектів у забезпеченні безпеки є оцінка потенційних ризиків, пов'язаних з виробництвом, імпортом та використанням хімічних речовин. Україна, розуміючи вагомість цього завдання, розробила комплексний підхід до оцінки безпечності хімічних речовин, що є фундаментальною основою реформи в сфері хімічної безпеки.

Процес оцінки безпечності включає в себе декілька важливих етапів. Починається він з детальної оцінки небезпечності речовини, потім кількісно визначається її потенційний або реальний вплив на здоров'я людини та довкілля, і нарешті – оцінюються ризики в залежності від небезпечності та рівня впливу, враховуючи впроваджені заходи з мінімізації.

Перший етап включає класифікацію небезпечності хімічної речовини та встановлення безпечного рівня її впливу. Далі проводиться аналіз впливу хімічної речовини на людину та природу, що дає змогу виявити всі потенційні ризики. На основі отриманих даних розробляються та впроваджуються заходи щодо мінімізації ризиків, що дозволяє забезпечити необхідний рівень безпеки при використанні хімічних речовин у виробничому процесі. Важливим є також складання звіту про безпечність хімічної речовини, що є підтвердженням проведення всіх необхідних перевірок та оцінок.

Система управління ризиками у сфері хімічної продукції на основі ризик-орієнтованого підходу буде включати декілька важливих етапів, які забезпечать ефективне визначення та управління потенційними ризиками. Першочергово, буде встановлено безпечні рівні впливу хімічних речовин на здоров'я людей та довкілля для кожного конкретного виду використання, включаючи утилізацію відходів. Далі, спеціалісти визначатимуть дозу або концентрацію реального або прогнозованого впливу цих речовин, аналізуючи як виробничий процес, так і всі види їх використання. На основі отриманих даних буде проведено оцінку ризику: якщо вплив виявиться нижчим за безпечний рівень, ризик вважатиметься контрольованим, в іншому випадку –

неконтрольованим. У випадку неконтрольованих ризиків будуть визначені конкретні заходи та засоби для їх зменшення або стримування, що застосовуватимуться під час виробництва та використання хімічної продукції. Після впровадження цих заходів відбудеться повторна оцінка ризиків з метою перевірки їх контрольованого статусу.

Цей циклічний процес оцінки та управління ризиками буде повторюватись до моменту, коли всі потенційні ризики будуть ефективно контрольовані, забезпечуючи тим самим високий рівень безпеки хімічної продукції для здоров'я людини та довкілля.

Оцінка безпечності стосується не лише нових, а й існуючих на ринку хімічних речовин, обсяг виробництва чи імпорту яких перевищує 10 тонн на рік. Такий підхід дозволяє систематично контролювати безпеку хімічних речовин та забезпечувати високий рівень захисту громадян та навколишнього середовища від впливу хімічних речовин у великих об'ємах. Система сконструйована таким чином, що саме великі та середні підприємства здійзнять всю досить недешеву роботу по оцінці безпечності, а малотоннажні суб'єкти поступово (враховуючи передбачені ступінчаті перехідні періоди) під'єднуються до сумісної реєстрації та використовують результати без значних фінансових затрат.

Впровадження оцінки безпечності хімічних речовин перед державною реєстрацією є ще одним важливим кроком у зміцненні хімічної безпеки. Такий підхід не тільки підвищує відповідальність виробників та імпортерів, але й сприяє запобіганню потенційним загрозам на ранніх стадіях. Також слід відмітити, що вся відповідальність за оцінку безпечності лягає на суб'єктів господарювання, які повинні суттєво підготуватись до процедури державної реєстрації.

У майбутньому процес виявлення та реєстрації загроз хімічній безпеці буде відігравати все більш важливу роль у захисті громадського здоров'я та навколишнього середовища. Система моніторингу загроз хімічній безпеці буде постійно вдосконалюватися, щоб оперативно ідентифікувати потенційні

ризиками, походження яких варіюватиметься від забруднення довкілля до хронічних впливів на здоров'я людей. Завдяки цьому, виявлені загрози та заходи щодо їх мінімізації будуть ефективно вноситися до Реєстру загроз хімічній безпеці, забезпечуючи централізований контроль та управління ризиками.

Аналіз даних, отриманих під час моніторингу, дозволить класифікувати загрози за ступенем ризику та визначити оптимальні стратегії реагування. Цей процес не тільки виявить зв'язки між ризиками та їх джерелами, але й сприятиме розробці звітів, які будуть основою для вжиття заходів щодо мінімізації загроз.

Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері забезпечення хімічної безпеки, продовжуватиме щорічно підготовку звітів з пропозиціями щодо вдосконалення заходів контролю ризиків. Ці звіти стануть основою для координації дій між різними уповноваженими органами, що дозволить створити більш міцну систему захисту від хімічних загроз.

Участь у моніторингу загроз хімічній безпеці буде розширена за рахунок включення різноманітних органів виконавчої влади, які надаватимуть актуальну інформацію про потенційні ризики. Такий підхід забезпечить більш повне й всебічне розуміння ситуації та сприятиме розробці більш ефективних стратегій мінімізації ризиків, зробивши процес управління хімічною безпекою більш прозорим та ефективним.

Інформаційна система забезпечення хімічної безпеки, яка буде створена центральним органом виконавчої влади України, стане вирішальним елементом у вдосконаленні управління та контролю в сфері хімічної безпеки. Вона об'єднає інноваційні інформаційні технології для ефективного збору, оброблення, зберігання та розповсюдження даних про хімічні речовини, їх властивості, ризики та інциденти, пов'язані з ними. Ця система дозволить централізовано управляти інформацією, спростить доступ до неї для всіх зацікавлених сторін та значно підвищить рівень хімічної безпеки в країні. У майбутньому, коли Інформаційна система забезпечення хімічної безпеки буде

повністю реалізована, вона включатиме кілька ключових підсистем, кожна з яких відіграватиме важливу роль у забезпеченні хімічної безпеки на національному рівні.

Перша підсистема – звітності – стане основою для збору та аналізу інформації про небезпечні властивості хімічних речовин, їх обсяги на ринку, а також про вплив цих речовин на здоров'я людей та довкілля. Ця підсистема дозволить зібрати дані про інциденти, пов'язані з хімічними речовинами, та ефективність вжитих заходів реагування.

Друга підсистема буде зосереджена на наданні адміністративних послуг, забезпечуючи суб'єктам господарювання доступ до необхідних дозвільних документів у електронному форматі. Це спростить процес отримання дозволів та підвищить прозорість управління хімічною безпекою.

Третя підсистема – переліків та реєстрів – включатиме в себе реєстр загроз хімічній безпеці, Державний реєстр хімічних речовин, реєстр класифікації небезпек хімічних продуктів, а також переліки особливо небезпечних та отруйних речовин. Вона забезпечить централізований доступ до актуальної інформації про хімічні речовини, сприяючи кращому контролю та управлінню ризиками.

Кожна з цих підсистем буде тісно інтегрована з іншими, формуючи єдиний інформаційний простір, що дозволить ефективно вирішувати задачі в сфері хімічної безпеки. Завдяки цій системі, можливості для оперативного реагування на загрози хімічній безпеці, запобігання інцидентам та мінімізація наслідків будуть значно розширені, забезпечуючи високий рівень захисту громадського здоров'я та довкілля.

Класифікація небезпечності хімічної продукції здійснюватиметься на основі Узгодженої на глобальному рівні системи класифікації безпеки та маркування хімічної продукції (GHS), що сприятиме стандартизації та уніфікації визначення рівнів безпеки хімічних речовин і продукції на міжнародному рівні. В рамках цього процесу, хімічна продукція буде

систематично оцінена та класифікована згідно з її потенційним впливом на здоров'я людини та довкілля.

Для кожного класу небезпечності визначатимуться специфічні критерії, які включатимуть диференціації, категорії, підкатегорії та типи небезпеки в межах кожного класу. Це дозволить забезпечити чітке розуміння ризиків, пов'язаних з кожною хімічною речовиною або продукцією, та сприятиме розробці відповідних заходів для їх забезпечення та контролю.

Наразі впроваджуються такі класи небезпечності GHS:

- 1) вибухова хімічна продукція;
- 2) легкозайmistі гази;
- 3) легкозайmistі аерозолі та аерозолі;
- 4) гази, які окиснюють;
- 5) гази, які перебувають під тиском;
- 6) легкозайmistі рідини;
- 7) легкозайmistі тверді речовини;
- 8) самореактивна хімічна продукція;
- 9) пірофорні рідини;
- 10) пірофорні тверді речовини;
- 11) хімічна продукція, яка самонагрівається;
- 12) хімічна продукція, яка при контакті з водою виділяє легкозайmistі гази;
- 13) рідини, які окиснюють;
- 14) тверді речовини, які окиснюють;
- 15) органічні пероксиди;
- 16) хімічна продукція, яка спричиняє корозію металів;
- 17) десенсибілізована вибухова хімічна продукція;
- 18) хімічна продукція, яка проявляє гостру токсичність у разі впливу на організм людини;
- 19) хімічна продукція, яка спричиняє ураження (подразнення) шкіри;



- 20) хімічна продукція, яка спричиняє серйозні пошкодження (подразнення) органів зору;
- 21) хімічна продукція, яка спричиняє сенсibiliзацію (алергічну реакцію) у дихальних шляхах або на шкірі;
- 22) хімічна продукція, яка має мутагенні властивості;
- 23) хімічна продукція, яка має канцерогенні властивості;
- 24) хімічна продукція, яка проявляє токсичність для репродуктивної системи людини;
- 25) хімічна продукція, яка проявляє вибіркoву токсичність для органів-мішеней та (або) систем органів за умови одноразового впливу;
- 26) хімічна продукція, яка проявляє вибіркoву токсичність для органів-мішеней та (або) систем органів за умови багаторазового впливу;
- 27) хімічна продукція, яка спричиняє небезпеку токсичної аспірації;
- 28) хімічна продукція, яка проявляє токсичність для водних біоресурсів;
- 29) хімічна продукція, яка руйнує озоновий шар.

Але, законодавство чекають суттєві зміни та з великим перехідним періодом до 2026 року (одночасно з впровадженням їх в ЄС) будуть додані ще 4 класи небезпечності:

- хімічна продукція, яка спричиняє руйнування ендокринної системи людини;
- хімічна продукція, яка спричиняє руйнування ендокринної системи організмів довкілля;
- хімічна продукція, яка є стійкою, біоаккумулятивною і токсичною для довкілля, або дуже стійкою і дуже біоаккумулятивною;
- хімічна продукція, яка є стійкою, мобільною і токсичною для довкілля, або дуже стійкою і дуже мобільною.

Виробники та імпортери зобов'язані будуть проводити класифікацію небезпечності хімічної продукції до її введення в обіг на ринку, подаючи відповідні дані до центрального органу виконавчої влади. Це забезпечить

наявність актуальної та об'єктивної інформації про потенційні ризики, сприятиме прозорості та підвищенню загальної безпеки використання хімічних речовин.

Маркування та пакування хімічної продукції, що виробляється або надається на ринку, відіграватиме ключову роль у забезпеченні безпеки та інформуванні користувачів про потенційні ризики. Використання Узгодженої на глобальному рівні системи класифікації небезпеки та маркування хімічної продукції (GHS) дозволить стандартизувати інформацію, що наноситься на упаковку, забезпечуючи чітке та зрозуміле сприйняття небезпечних властивостей продукції.

Маркування включатиме в себе назву постачальника, ідентифікатор продукції, піктограми небезпеки, сигнальні слова, види небезпечного впливу та попередження про небезпечний вплив. Це забезпечить користувачам візуально надання важливої інформації, необхідної для безпечного поводження з хімічною продукцією.

Упаковка хімічної продукції повинна буде відповідати строгим вимогам безпеки, запобігати випадковому вивільненню продукції та бути стійкою до взаємодії з хімічними речовинами. Конструкція упаковки має забезпечувати її міцність та цілісність протягом усього часу використання продукції.

Важливим аспектом є те, що упаковка не повинна приваблювати увагу дітей або бути схожою на упаковки продуктів харчування чи лікарських засобів, що мінімізує ризик їх випадкового вживання.

Заборона обігу небезпечної хімічної продукції без відповідного маркування або в невідповідній упаковці стане важливим заходом контролю, який запобігає потенційній шкоді здоров'ю людини та довкіллю.

В цілому, система класифікації, маркування та пакування буде деталізована у підзаконному Технічному регламенті класифікації небезпечності, маркування та пакування хімічної продукції, максимально відповідному європейському Регламенту CLP. Наразі технічний регламент

проходить міжвідомче погодження та буде прийнятий до введення в дію Закону.

Відповідно до визначеної класифікації небезпечності хімічних речовин, а також потенційної можливості їх використання для усвідомленого завдання шкоди здоров'ю людини та довкіллю, здійснення терористичного акту або для створення зброї центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері забезпечення хімічної безпеки, будуть сформовані такі переліки:

- 1) особливо небезпечних хімічних речовин;
- 2) отруйних хімічних речовин;
- 3) хімічних речовин подвійного використання.

Формування переліків особливо небезпечних, отруйних та хімічних речовин подвійного використання є критично важливим аспектом в системі управління хімічною безпекою. Ці переліки відіграють ключову роль у запобіганні потенційному використанню хімічних речовин для завдання шкоди або в терористичних цілях.

Перелік особливо небезпечних хімічних речовин дозволяє ідентифікувати ті речовини, які через свої властивості можуть представляти значний прихований ризик для здоров'я людини та довкілля. Це, у свою чергу, вимагає від виробників та розповсюджувачів вживати спеціальних заходів безпеки та інформування громадськості про потенційні ризики при використанні цих речовин.

Перелік отруйних хімічних речовин важливий для регулювання обігу та використання речовин, які можуть спричинити отруєння або інші негативні наслідки для здоров'я. Ведення такого переліку сприяє розробці та застосуванню відповідних заходів захисту на місцях роботи, а також при використанні хімічних речовин у побуті.

Перелік хімічних речовин подвійного використання є важливим для контролю за речовинами, які можуть бути використані не лише в цивільних, але й у військових або терористичних цілях. Ведення цього переліку дозволяє

здійснювати ефективний моніторинг та контроль за обігом таких речовин, запобігаючи їх незаконному використанню або експорту.

Загалом, формування та ведення цих переліків сприяє підвищенню рівня хімічної безпеки, забезпечує ефективне управління ризиками, пов'язаними з використанням хімічних речовин, та створює передумови для розробки та імплементації цілеспрямованих заходів щодо мінімізації потенційних ризиків. Це також сприяє виконанню міжнародних зобов'язань та стандартів у галузі хімічної безпеки, зміцнюючи глобальні зусилля у запобіганні хімічним загрозам.

Державна реєстрація хімічних речовин є фундаментальним процесом, який забезпечує систематичний контроль за обігом хімічних речовин, вироблених або імпортованих для використання на ринку. Цей процес виконується центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері, і регулюється відповідно до порядку, встановленого Кабінетом Міністрів України. Підзаконним актом стане Технічний регламент щодо безпечності хімічної продукції, максимально відповідний європейському Регламенту REACH, який наразі проходить міжвідомче погодження та буде прийнятий до введення в дію Закону.

Ключовою підставою для державної реєстрації є річний обсяг хімічної речовини, що надається на ринку, який становить одну тонну або більше. Такий підхід дозволяє зосередити увагу на хімічних речовинах, які мають значний обсяг використання та потенційно можуть мати вплив на здоров'я людини та довкілля.

Важливим аспектом є те, що суб'єкти господарювання у ланцюзі постачання хімічної речовини звільняються від необхідності повторної реєстрації, якщо така реєстрація вже була здійснена попереднім учасником ланцюга. Це спрощує процес обігу хімічних речовин, не зменшуючи при цьому рівень контролю за їх безпекою.

Процедура державної реєстрації передбачає подання заяви та супутніх документів, які містять інформацію про хімічну речовину, включаючи її

ідентифікаційні дані, визначені види використання, класифікацію небезпеки, результати випробувань всіх можливих небезпечних властивостей, а також звіт про безпечність речовини. Це забезпечує повноту інформації, необхідної для оцінки потенційних ризиків.

У той же час, передбачається спільна подача заяв на державну реєстрацію суб'єктами, що виробляють або надають на ринку однакову хімічну речовину. Спільна подача інформації у рамках державної реєстрації хімічних речовин є значним нововведенням, яке сприяє ефективності та оптимізації процесів реєстрації. Цей підхід дозволяє кільком суб'єктам господарювання, що виробляють або імпортують ідентичні хімічні речовини, об'єднувати свої зусилля для подання необхідної інформації до відповідного регуляторного органу.

Переваги спільної подачі полягають у зменшенні адміністративного навантаження на кожного окремого суб'єкта господарювання та в оптимізації використання ресурсів, оскільки вона дозволяє уникнути дублювання даних та експериментів. Такий підхід сприяє також підвищенню якості та надійності наданої інформації, адже дані, що подаються, базуються на ширшому наборі експериментальних даних та аналізу.

Спільна подача передбачає, що суб'єкти господарювання мають співпрацювати між собою для визначення та узгодження інформації, яка буде подана до центрального органу виконавчої влади. Це включає дані щодо класифікації небезпеки хімічної речовини, результати досліджень небезпечних властивостей, інструкцію з безпечного використання, звіт про безпечність речовини, а також іншу відповідну інформацію.

Кабінет Міністрів України визначить правила спільного подання інформації, що забезпечує прозорість та справедливість процесу реєстрації для всіх учасників у Технічному регламенті щодо безпечності хімічної продукції, включно з встановленням форм електронних та друкованих документів, що додаються до заяви про проведення державної реєстрації, та порядку їх заповнення.

Важливість державної реєстрації хімічних речовин полягає у створенні умов для відповідального використання хімічних речовин, мінімізації ризиків для здоров'я та довкілля та запобіганні потенційному зловживанню або неправильному використанню. Такий підхід сприяє забезпеченню прозорості та відповідальності на всіх етапах обігу хімічних речовин, від виробництва до кінцевого використання, та є важливим елементом національної системи хімічної безпеки.

Ідентифікація хімічних речовин, які виробляються, імпортуються або вводяться на ринок, є обов'язковою процедурою, що забезпечує точне визначення їх структури та складу. Відповідальність за ідентифікацію покладається на виробників та імпортерів, що сприяє забезпеченню безпеки хімічних речовин на всіх етапах їх обігу.

Процес ідентифікації включає визначення назви хімічної речовини згідно з номенклатурою ІЮПАК, її CAS номера (за наявності), хімічної та структурної формул, а також детальний склад. Це дозволяє однозначно ідентифікувати речовину та відрізнити її від інших. Залежно від складу, хімічні речовини класифікуються як однокомпонентні, багатоконпонентні або речовини невизначеного або змінного складу.

Для ідентифікації застосовуються передові аналітичні методи, зокрема:

- Абсорбційна спектроскопія в УФ та видимих діапазонах (UV/Vis);
- Інфрачервона спектроскопія (IR);
- Ядерно-магнітно-резонансна спектроскопія (NMR);
- Мас-спектроскопія (MS);
- Рентгенодифракційний аналіз (XRD);
- Рентгенофлуоресцентний аналіз (XRF);
- Атомно-абсорбційний спектральний аналіз (AAS);
- Газова хроматографія (GC);
- Високоєфективна рідинна хроматографія (HPLC).

Ці методи дозволяють отримати повну інформацію про фізичні та хімічні властивості речовин, забезпечуючи високий рівень їх безпеки та

контроль за використанням у промисловості та побуті. Уповноважені органи можуть також вводити додаткові методи аналітичного дослідження для підвищення точності та надійності ідентифікації хімічних речовин.

Перед введенням в обіг хімічної продукції виробники, імпортери, постачальники та інші суб'єкти господарювання повинні розробити заходи щодо контролю ризиків під час її визначеного використання протягом усього життєвого циклу такої продукції та надати цю інформацію споживачу хімічної продукції як паспорт безпечності хімічної продукції або інструкцію з безпечного використання.

Паспорт безпечності хімічної продукції (Safety Data Sheet, SDS) є ключовим документом у системі управління хімічною безпекою, який грає важливу роль у забезпеченні інформаційної прозорості та безпеки при використанні хімічних речовин. SDS надає детальну інформацію про властивості хімічної продукції, потенційні ризики для здоров'я та довкілля, а також рекомендації щодо заходів безпеки під час її транспортування, зберігання та використання. SDS містить вичерпну інформацію про хімічну продукцію, включаючи її склад, фізико-хімічні властивості, інформацію про небезпеки, заходи першої допомоги, вплив на довкілля та рекомендації з утилізації. Це дозволяє користувачам зрозуміти потенційні ризики та правильно їх контролювати при поводженні з продукцією. Наявність інструкцій щодо безпечного використання та контролю ризиків допомагає запобігти нещасним випадкам, професійним захворюванням та екологічним інцидентам. SDS вказує на необхідні захисні заходи, включаючи особисті засоби захисту та обладнання для запобігання розливам.

Використання SDS сприяє відповідальності суб'єктів господарювання за безпеку хімічної продукції на всіх етапах її життєвого циклу. Це сприяє співпраці між різними учасниками ланцюга постачання – від виробників до кінцевих споживачів, включаючи транспортні компанії, дистриб'юторів та регуляторні органи. Це забезпечує єдиний підхід до управління ризиками та обігу інформації про безпеку.

В епоху глобальних екологічних викликів та постійно зростаючої уваги до здоров'я людини, контроль за використанням хімічних речовин набуває критичного значення. З метою захисту нашого довкілля та здоров'я людей, встановлено суворі обмеження на виробництво, використання та розповсюдження хімічних речовин, які несуть неконтрольовані ризики. Ці заходи включають заборону на певні види використання, обмеження імпорту продукції з потенційно небезпечними хімічними компонентами, а також встановлення лімітів на концентрації небезпечних речовин у продуктах.

Важливість таких обмежень не можна недооцінювати. Вони не тільки запобігають потенційним катастрофам та хронічним захворюванням, але й стимулюють інновації у виробництві та використанні хімічних речовин, спонукаючи до розробки більш безпечних альтернатив. Це демонструє зрілість та відповідальність суспільства перед обличчям технологічного прогресу, підкреслюючи, що безпека та охорона здоров'я є пріоритетними над короткостроковими економічними вигодами.

З метою контролю над використанням особливо небезпечних хімічних речовин, які підлягають виведенню з ринку, законодавством передбачено обов'язкове отримання дозволу від суб'єктів господарювання. Це регулювання має на меті забезпечення безпеки людей та захист навколишнього середовища від потенційної шкоди, яку можуть спричинити такі речовини, у той же час дозволяючи суб'єктам господарювання перейти на безпечніші процеси та речовини. Кабінет Міністрів України визначає умови та строки виведення цих речовин з ринку, а також види їх дозволеного використання.

Суб'єкти господарювання, які бажають продовжувати виробництво, розповсюдження або використання цих хімічних речовин, зобов'язані отримати відповідний дозвіл, демонструючи дозволені види використання або дотримання встановлених виключень. Важливо, що без такого дозволу будь-які дії з особливо небезпечними хімічними речовинами, які виводяться з



ринку, вважаються незаконними, що підкреслює строгість регулювання у цій сфері.

Процес отримання дозволу передбачає подання заяви та супутніх документів, що містять інформацію про хімічну речовину, план заміщення на альтернативні речовини, соціально-економічний аналіз та інші важливі дані. Це забезпечує детальний перегляд та оцінку потенційних ризиків, пов'язаних з використанням таких речовин, та їх можливого впливу на здоров'я та довкілля.

Для забезпечення контролю над обігом та використанням отруйних хімічних речовин, суб'єкти господарювання зобов'язані отримати дозвіл від компетентного органу. Цей дозвіл є індивідуальним для кожної отруйної хімічної речовини та вказує конкретні види її допустимого використання. Отримання дозволу передбачає подачу заяви та необхідних документів, що включають інформацію про хімічну речовину, види її використання, заходи контролю ризиків, та забезпечує дотримання правил хімічної безпеки та охорони здоров'я.

Процедура видачі дозволу регулюється відповідним законодавством та вимагає від суб'єктів господарювання відповідальності при виробництві, введенні на ринок або використанні отруйних речовин. Наявність дозволу є обов'язковою умовою для здійснення діяльності з отруйними хімічними речовинами, що підкреслює серйозність підходу до регулювання використання потенційно небезпечних хімічних речовин.

Для забезпечення прозорості обігу хімічних речовин та захисту комерційної таємниці, суб'єкти господарювання, які виробляють, імпортують або реалізують хімічну продукцію, можуть використовувати альтернативні назви для певних хімічних речовин.

Важливою є подача повідомлення про таке використання до відповідного регуляторного органу, щоб забезпечити дотримання законодавчих вимог та збереження конфіденційності інформації, яка може бути визнана комерційною таємницею. Реєстрація повідомлення про

використання альтернативної назви включає подачу детальної інформації про хімічну речовину, її класифікацію небезпеки, концентрацію у продукції, а також аргументоване обґрунтування необхідності використання альтернативної назви. Це дозволяє збалансувати інтереси безпеки та захисту працівників, споживачів та навколишнього середовища з комерційними інтересами підприємств.

Процес розгляду та реєстрації повідомлень є чітко регламентованим і включає можливість відмови у разі невідповідності поданих даних законодавчим критеріям. Підтримка такої системи повідомлень сприяє високому рівню хімічної безпеки, обмежуючи ризики використання небезпечних речовин та забезпечуючи ефективний захист інтелектуальної власності та комерційних секретів підприємств.

У контексті забезпечення національної безпеки та запобігання ризикам, пов'язаним з тероризмом та диверсіями, значну увагу приділяється контролю за обігом хімічних речовин подвійного призначення. Ці заходи включають ретельну ідентифікацію та інвентаризацію таких речовин, а також визначення та захист цільових об'єктів, на яких вони використовуються або зберігаються.

Розробка планів захисту для кожного цільового об'єкта, які включають процедури реагування на терористичні акти, диверсії чи несанкціонований доступ, є обов'язковою. Ці плани мають регулярно оновлюватися та адаптуватися до змін у загрозах або умовах експлуатації об'єктів. Важливим елементом є також захист інформаційних систем від кібератак, що може бути частиною комплексного підходу до безпеки цільових об'єктів.

З метою забезпечення ефективності цих заходів, суб'єкти господарювання зобов'язані надавати вичерпну інформацію про хімічні речовини подвійного використання, які вони виробляють, імпортують або використовують, включаючи деталі про кількість, місцезнаходження та персонал, що має доступ до них. Ця інформація використовується для аналізу ризиків і планування заходів безпеки.

Також важливо відзначити, що інформація, отримана в ході цих процедур, має статус інформації з обмеженим доступом, що забезпечує її конфіденційність та захищеність від неправомірного розповсюдження.

Окрему увагу слід звернути на заборону розробки, виробництва, накопичення та застосування хімічної зброї, що відповідає міжнародним зобов'язанням України за Конвенцією про заборону хімічної зброї. Контроль за хімічними речовинами подвійного використання, які можуть бути використані для створення зброї, є ключовим елементом цієї стратегії.

Всі ці заходи формують комплексний підхід до забезпечення хімічної безпеки та запобігання можливості використання хімічних речовин у терористичних цілях або для диверсій, з метою забезпечення захисту громадян і навколишнього середовища.

Освіта та підготовка фахівців у сфері хімічної безпеки є ключовим елементом у стратегії забезпечення безпечного виробництва, використання та обігу хімічних речовин. Усім посадовим особам, чия діяльність пов'язана з хімічною продукцією, важливо мати глибокі знання з питань хімічної безпеки. Освітні заклади різних рівнів відіграють важливу роль у формуванні цих знань, починаючи від дошкільної освіти і закінчуючи вищими навчальними закладами.

Наукові дослідження в цій галузі спрямовані на розробку наукових основ безпечного використання хімічних речовин та управління ними.

Освітній процес, наукова та інноваційна діяльність мають відбуватися з повною відповідністю до вимог безпеки, що включає належне інформування учасників про ризики, забезпечення необхідним обладнанням та відповідальність за недотримання норм безпеки.

Інформаційне забезпечення у сфері хімічної безпеки реалізується через Інформаційну систему управління хімічною безпекою, що дає можливість громадянам, а також іноземцям та особам без громадянства отримувати відкритий доступ до актуальної інформації. Це сприяє прозорості та відкритості в галузі, підвищує рівень обізнаності суспільства щодо хімічної

безпеки та сприяє відповідальному поводженню з хімічною продукцією на всіх етапах її життєвого циклу.

Освіта і підготовка фахівців, наукові дослідження та інформаційне забезпечення у сфері хімічної безпеки та управління хімічною продукцією в Україні є стратегічно важливими напрямками. Вони спрямовані на створення безпечного хімічного середовища, зниження ризиків для здоров'я населення та довкілля, а також на забезпечення сталого розвитку країни.

Систематична робота у цих напрямках дозволяє формувати у суспільстві культуру хімічної безпеки, підвищувати обізнаність громадян та фахівців про потенційні ризики та способи їх мінімізації. Наукові дослідження сприяють розробці новітніх технологій та підходів до управління хімічними речовинами, що відкриває шлях до інновацій та покращення якості життя.

## Тема 2.2. Бойові отруйні речовини, їх класифікація, фактори ураження бойовими отруйними речовинами

### План

1. Типи бойових отруйних речовин.
2. Фізичні та хімічні властивості бойових отруйних речовин.
3. Вплив на організм людини.

#### 1. Типи бойових отруйних речовин.

Наявність великої кількості НХР, які є представниками різних класів хімічних сполук і мають різні фізичні, хімічні та токсичні властивості, обумовила створення різних класифікацій, основними з яких є: токсикологічна; тактична; за швидкістю дії; за поведінкою на місцевості, хімічна. Разом ці класифікації враховують фізичні, хімічні та токсичні властивості.

**Токсикологічна класифікація (за токсичною дією) групує НХР за характером їх дії на організм і симптомів уражень. Відповідно до цього НХР розподіляються на такі групи:**

**а) БОР нервово-паралітичної дії:** зарин, зоман, V-гази (Vx-гази). (зарин GB, зоман GD, табун GA, циклозарин GF, етилзарин GE, GP, VX, амітон VG). Ці речовини викликають розлад функцій нервової системи, м'язові судоми та паралічі.

**б) БОР шкірнонаривної дії:** іприт HD, азотисті іприти (HN-1; HN-2; HN-3), кисневий іприт HT, полуторний іприт HQ, люїзити (L-1, L-2, L-3). Характерною для цих речовин є здатність уражати шкіру з утворенням пухирів та виразок, позаяк вони є універсальними клітинними отрутами, то уражають також органи зору, дихання та інші внутрішні органи.

**в) БОР загальноотруйної дії:** синильна кислота (AC) та хлороціан (СК), миш'яковистий водень (SA). Ці речовини викликають загальне отруєння організму внаслідок пригнічення тканинного дихання.

г) **БОР задушливої дії:** фосген (CG), дифосген (DP), хлорпикрин (PS), хлор (CL), фосгеноксим (CX). Ця речовина уражає легені, що призводить до порушення або зупинки дихання внаслідок розвитку набряку легень.

д) **БОР подразнювальної дії:** хлорацетофенон, CS, CR, CA, CN, CNC, CNB, PS, DA, CNS, адамсит. Ці речовини подразнюють слизові оболонки очей і верхніх дихальних шляхів, викликають сильну сльозотечу та різь в очах і носі, нестримне чхання, біль у грудях.

е) **Психотоміметичні (психохімічні) БОР:** BZ, LSD. Ці речовини викликають розлад діяльності нервової системи з появою симптомів психічних захворювань.

**Тактична класифікація розподіляє БОР за їх бойовим призначенням. Виділяють такі 3 групи:**

а) **смертельнодіючі БОР, призначені для знищення живої сили.** В цю групу входять, головним чином, ОР нервово-паралітичної, шкірноаривної, загальноотруйної та задушливої дії: зарин, зоман, V-гази, бінарні ОР, іприт, люїзит, синильна кислота, хлороціан, фосген.

б) **подразнювальні БОР, призначені для ослаблення боєздатності військ і їх знесилення.** Ці речовини використовують також у поліцейських та навчальних цілях. У цю групу входять лакриматори і стерніти: CS, CR, адамсит, хлорацетофенон.

в) **БОР, які тимчасово виводять із ладу особовий склад, тобто призначені для дезорганізації військ.** У цю групу входять психотоміметичні БОР: BZ, LSD.

**Класифікація БОР за поведінкою на місцевості в умовах бойового застосування:**

а) **Стійкі ОР (COP) — речовини, які зберігають свою уражаючу дію у зовнішньому середовищі більше однієї години після застосування.** Ці ОР довго заражують місцевість і всі об'єкти, які там розташовані, що в свою чергу служить джерелом тривалого зараження повітря. До COP відносяться

речовини з температурою кипіння понад  $140^{\circ}\text{C}$  — зарин, зоман, V-гази, іприт, люїзит, CS.

б) Нестійкі ОР (НОР) — гази та речовини, з температурою кипіння до  $140^{\circ}\text{C}$ , які швидко випаровуються, уражаюча дія яких зберігається всього до однієї години після застосування. Типовими представниками НОР є фосген, хлороціан, синильна кислота.

На думку військових спеціалістів, з тактичної точки зору СОР призначені для ураження живої сили, зараження місцевості, водоймищ, бойової техніки і под., НОР — для знищення живої сили.

**За швидкістю настання уражаючої дії:**

а) **Швидкодіючі ОР**, які не мають періоду прихованої дії і основна симптоматика ураження якими виникає в період першої години після дії ОР (зарин, зоман, Vx — інгаляційно, синильна кислота, хлороціан, CS, CR);

б) **ОР сповільненої дії**, які мають період прихованої дії більше однієї години (Vx — через шкіру, іприт, фосген, BZ).

**Залежно від рівня виробництва і запасів, які є:**

а) Табельні БОР, які перебувають на озброєнні. До них відносяться Vx, зарин, іприт, BZ, CS, CR.

б) Резервні ОР, яких не виробляють, але за потреби можуть виробляти оскільки, їх технологія одержання розроблена. До них відносяться: синильна кислота, фосген, азотистий іприт, адамсит.

Хімічна класифікація відносить БОР залежно від хімічної структури до визначених класів хімічних сполук.

**Хімічні засоби уражень** — сукупність хімічних боєприпасів та хімічних бойових приладів, призначених для застосування БОР з метою ураження живої сили, зараження повітря, місцевості, бойової техніки та інших матеріальних засобів.

Бінарні хімічні боєприпаси та прилади є різноманітністю хімічної зброї. Вони складаються з двох малотоксичних сполук (компонентів), які включені у снаряд, бомбу чи ємкість приладу і зберігаються ізольовано один

від одного. Змішування компонентів і реакція між ними досягаються після вильоту снаряда, (скидання бомб) та руйнування перегородки яка їх розділяє або штучного перемішування за допомогою спеціальних пристроїв.

На озброєнні є бінарні боеприпаси з зарином-2 та Vx-2, які містяться в 155-та 203,2-міліметрових артилерійських снарядах та авіаційних бомбах з Vx-2 типу “Біг-Ай”.

Фізичні та хімічні властивості отруйних речовин, головним чином, визначають засоби їх застосування, шляхи надходження їх в організм, стійкість на місцевості, токсикокінетичні та токсикодинамічні особливості, методи індикації та дегазації.

## **2. Фізичні та хімічні властивості бойових отруйних речовин.**

### **Фізичні властивості**

**Агрегатний стан.** Агрегатний стан визначає спосіб переводу отруйної речовини в бойовий стан.

Отруйні речовини у звичайних умовах можуть перебувати в газоподібному (пара), рідкому та твердому станах. Однак, при бойовому застосуванні рідких отруйних речовин, вони можуть перетворюватися в краплинно-рідкий, аерозольний стани чи перебувати у вигляді пари. Тверді отруйні речовини застосовуються у вигляді аерозолу (димі).

У стані аерозолу ОР можуть мати різні розміри — тонкодисперсного ( $10^{-6}$  -  $10^{-3}$  см), неосідаючого на різні поверхні та грубодисперсного аерозолу ( $10^{-2}$  см), який осідає на різні поверхні.

У стані крапель рідкі частинки мають розміри 0,5 - 0,01 см і більші, швидко осідають на різні поверхні.

ОР у стані пари та тонкодисперсного аерозолу заражають повітря та уражають особовий склад через органи дихання.

ОР у вигляді грубодисперсного аерозолу чи крапель заражають місцевість, об’єкти навколишнього середовища, уражають особовий склад як в момент осідання (інгаляційне ураження та через шкіру), так і після осідання



ОР внаслідок їх випаровування із заражених поверхонь (інгаляційне ураження), а також при контакті з цими поверхнями та при споживанні заражених продуктів і води.

**Запах ОР.** Запах має діагностичне значення і враховується при встановленні діагнозу ураження інгаляційним шляхом, що виявляється при зборі анамнезу. В деяких хімічно чистих ОР (ФОР, іприт та ін.) відзначається слабкіший запах ніж у технічних (неочищених) ОР. Крім цього, в технічних ОР запах може відрізнятися від запаху хімічно чистого продукту. Треба відзначити, що при проведенні хімічної розвідки ОР, за запахом не виявляють, тому що це дуже небезпечно. ОР виявляють тільки технічними засобами.

**Леткість.** Леткість (максимальна концентрація насиченої пари при даній температурі) вимірюється в  $\text{г/м}^3$  повітря. У польових умовах ОР випаровуються у повітрі, яке рухається, що знижує їх концентрацію в десятки разів. Однак для більшості ОР токсичні концентрації значно менші від максимальних.

Леткість визначає швидкість випаровування та стійкість ОР на місцевості і залежить від пружності пари та температури кипіння речовини.

ОР з високим тиском насиченої пари і низькими температурами кипіння (до  $140^\circ\text{C}$ ) відносять до нестійких. Ці речовини заражають атмосферу випарами та уражають людину, головним чином, через органи дихання, при цьому об'єкти зовнішнього середовища практично не заражуються, а для захисту організму необхідні тільки засоби захисту органів дихання. Санітарну обробку особового складу та дегазацію об'єктів не проводять.

До стійких ОР відносять речовини з температурою кипіння понад  $140^\circ\text{C}$ , які володіють незначним тиском насиченої пари. Сстійкі ОР, які перебувають в рідкому стані, можуть уражати особовий склад при потраплянні крапель (аерозолі, пари) на шкіру, ОР, які перебувають в стані аерозолі чи пари, — при інгаляційному надходженні. Сстійкі ОР заражають навколишнє середовище (землю, рослини, техніку, майно тощо) більше як на одну годину, що потребує застосування засобів захисту органів дихання та шкіри,

проведення санітарної обробки особового складу та дегазації заражених об'єктів.

Пари ОР здатні адсорбуватися обмундируванням, завдяки чому можливе ураження особового складу за межами вогнища після зняття протигазу (характерно для зарину і зоману), тому обмундирування потребує обробки дегазаційними рецептурами.

Крім цього, на бойові властивості рідких ОР впливає і температура їх затвердіння. Так, при низьких температурах затвердіння бойовий ефект зберігається, особливо при ураженні ОР у вигляді крапель. При затвердінні рідких ОР бойовий ефект зменшується, оскільки зменшується прилипальний ефект.

Щільність пари. Щільність пари визначається відношенням маси 1 м<sup>3</sup> пари ОР до маси 1 м<sup>3</sup> повітря і залежить від молекулярної маси.

Щільність (d) пари обчислюється за формулою:

$$d = \frac{\text{мол. вага ОР}}{\text{мол. вага повітря}} = \frac{\text{мол. вага ОР}}{29},$$

де d — щільність пари;

мол. вага ОР — відносна молекулярна маса ОР;

мол. вага повітря — відносна молекулярна маса повітря;

мол. вага повітря = 29.

При щільності пари ОР понад 1 приземний шар атмосфери (до 30 м. над поверхнею землі) ймовірно можливо тривалий час буде заражений, особливо в безвітряну погоду, і уражатиме незахищений особовий склад.

**Питома вага.** Відношення ваги одних і тих же об'ємів ОР до ваги води. Питома вага має значення при розподілі ОР у воді. Так, при питомій вазі менше 1 ОР містяться у верхньому шарі води, близько 1 — у всіх шарах води, понад 1 — у придонному шарі води, де можливе утворення депо ОР на тривалий час, особливо тих, які погано розчиняються у воді.

**Розчинність.** Більшість ОР добре розчиняються у жирах, ліпоїдах (що має значення для проникнення ОР через шкіру), органічних розчинниках (можливе їх застосування для дегазації та приготування дегазуючих розчинів).

Стійкі ОР, які добре розчиняються в органічних розчинниках, можуть через десятки хвилин проникати крізь засоби захисту шкіри, а також глибоко просочуватися в пофарбовані матеріали, що потребує більш старанної їх дегазації.

### **Хімічні властивості**

Під хімічними властивостями розуміють здатність ОР взаємодіяти з різними хімічними сполуками та біосубстратами як в навколишньому середовищі, так і в організмі.

Із хімічних властивостей практичне значення, головним чином, мають реакції з ОР, які використовуються для дегазації, індикації, пояснюють механізм токсичної дії та механізм дії протиотрут (антидотів).

Із реакцій, які застосовуються для дегазації, велике значення має здатність до гідролізу. ОР, які швидко гідролізуються, короткий час зберігаються в навколишньому середовищі. Крім цього, дану реакцію можна використати для знешкодження ОР (фосген). Однак більшість ОР повільно гідролізується водою і довго міститься у ній (ФОР, синільна кислота, іприти). При гідролізі ОР утворюються, переважно малотоксичні сполуки, але в окремих випадках (наприклад, при гідролізі люїзиту) заново утворені сполуки зберігають початкову токсичність. Отже, вода, заражена такими отрутами, тривалий не придатна для використання.

Гідроліз можна прискорити підвищенням температури та застосуванням реагентів, які нейтралізують кінцеві продукти реакції. Таким чином можна дегазувати обмундирування, медичні інструменти та інше.

Стійкість ОР до дії лугів, кислот, оксидів, відновників різна. Більшість ОР має меншу стійкість до дії лугів, ніж до дії кислот (зарин, зоман). Деякі ОР (іприти, люїзит, V-гази) нестійкі до оксидів (кисню, хлору, йоду, марганцю).

Така властивість лугів та оксидів застосовується для дегазації ОР та надання медичної допомоги (хімічна обробка ран, промивання шлунка, очей та ін.).

### **3. Вплив на організм людини**

#### **Токсикокінетика**

Токсикокінетика вивчає шляхи надходження, розподілу, метаболічного перетворення та виведення ОР і отрут з організму.

Шляхи надходження ОР та отрут в організм залежать від їх агрегатного стану, фізичних та хімічних властивостей.

Основним шляхом надходження отруйних речовин в організм людини є органи дихання, шкіра, шлунково-кишковий тракт, слизова оболонка очей, поверхні ран і опіків.

Через органи дихання потрапляють в організм практично всі ОР та отрути, які перебувають в пароподібному та аерозольному станах. Основним місцем всмоктування ОР є альвеолярно-капілярна поверхня легень (площа поверхні альвеол становить 100-150 м<sup>2</sup>). Велика поверхня всмоктування, мала товщина альвеолярних мембран, інтенсивний потік крові по легневих капілярах забезпечують найшвидший доступ отрут в організм.

Всмоктування летких сполук здійснюється за законом простої дифузії у напрямку падіння градієнта концентрації (неелектроліти, вуглеводні, галогеновуглеводні, спирти, ефіри та ін.).

Жиророзчинні нестійкі леткі ОР випаровуються швидко з шкіри і не проникають в організм (фосген, синильна кислота).

Термічні та хімічні опіки, механічні пошкодження шкіри (садна, подряпини, рани) сприяють проникненню токсичних речовин в організм.

Речовини з малим коефіцієнтом розподілу, наприклад бензин, не здібні викликати отруєння через шкіру, тому що швидко виводяться з організму через легені.

Проникаючи через шкіру, отрути можуть потрапити у велике коло кровообігу, обминаючи печінку.

У шлунково-кишковий тракт отрути надходять з отруєними продуктами харчування та водою. Всмоктування ОР проходить в ротовій порожнині, шлунку і значною мірою у тонкому кишечнику.

Слизовою оболонкою шлунково-кишкового тракту добре всмоктуються жиророзчинні ОР. Всмоктування отрут проходить в основному за законом дифузії. Жиророзчинні речовини проникають через клітинні мембрани слизових оболонок по порах чи міжмембранних просторах.

Течією крові із шлунково-кишкового тракту токсичні речовини доставляються в печінку, яка виконує бар'єрну функцію стосовно багатьох отруйних речовин.

З метою наукових досліджень, поряд з традиційними вищеперерахованими шляхами надходження отрут в організм, використовуються підшкірний, внутрішньом'язовий, внутрішньо-перитонеальний, внутрішньовенний шляхи введення.

### **Розподілення отрут в організмі**

Отрути, які містяться в крові і зв'язані з білками плазми (переважно з альбуміном) чи еритроцитами (метали і металоїди) або розчинні в плазмі (неелектроліти), перш ніж потрапити в той чи інший орган (тканину) проходять ряд внутрішніх клітинних та мембранних бар'єрів (гематоенцефальний, плацентарний).

Існують три основні місця (сектори) розподілу сторонніх речовин: позаклітинна рідина, внутрішньоклітинна рідина та жирова тканина.

Залежно від розподілу в тканинах і проникнення в клітини, отрути розподіляються на дві основні групи: неелектроліти та електроліти.

Неелектроліти розчиняються в жирах і ліпоїдах, добре проникають через ліпопротеїдні мембрани, для них бар'єрів не існує.

Але кількість речовини, яка надходить у тканину, перебуває в пропорційній залежності від інтенсивності її кровопостачання.

Так мозок, маючи розгалужену кровоносну систему, насичується етиловим ефіром, спиртами швидше, ніж інші тканини, які мають велику

кількість жиру, але повільний кровообіг. У кінцевому результаті неелектроліти накопичуються в ліпідах.

Електроліти (водорозчинні речовини) важче проникають через плазматичні мембрани клітин. Якщо поверхня клітини заряджена негативно, то вона не пропустить аніонів, а при позитивному заряді клітини вона не пропускає катіонів.

Водорозчинні отрути здатні розповсюджуватися у водяному секторі організму, особливо в позаклітинній рідині.

Важкорозчинні сполуки (важкі метали) накопичуються у сполучній тканині, паренхіматозних органах, кістках і утворюють депо (свинцю та фтору — в кістках, зубах; марганцю — у печінці, кістках; ртуті — в нирках, товстому кишечнику).

### **Метаболічні перетворення, біотрансформація ОР та отрут в організмі**

Метаболічні перетворення займають особливе місце у детоксикації сторонніх токсичних речовин, оскільки вони є основним підготовчим етапом до виведення отрут з організму. Біотрансформація йде по двох основних напрямках: метаболічні реакції розпаду (окислення, відновлення, гідроліз), які проходять із затратою енергії, і реакції синтезу (сполучення з білками, амінокислотами, глюкуроною та сірчаною кислотами), які проходять без витрат енергії.

Не підлягають перетворенням лише хімічно інертні речовини, такі як бензин, що виділяються з організму в незміненому стані.

У результаті цих реакцій виникають нетоксичні сполуки (водорозчинні), які краще, ніж початкова речовина, можуть виводитися з організму і застосовуватись в інших метаболічних перетвореннях з наступним виведенням з організму. Але деякі сполуки в результаті трансформації набувають більш високої токсичності, це так званий “летальний синтез”.

Наприклад, метиловий спирт окиснюється до більш токсичних продуктів — формальдегіду і мурашиної кислоти.

Метаболізм сторонніх отрут проходить в шлунково-кишковому тракті, легенях, нирках, але, головним чином, у печінці, в мікросомальній фракції її клітин, яка має монооксигеназну ферментну систему за змішаною функцією. Головна ферментна реакція детоксикації в печінці — окислення ксенобіотиків на цитохромі Р-450 в мембранах ендоплазматичної сітки гепатоцита з наступним виведенням окисленого ксенобіотика через екскреторні органи.

В мікросомальній фракції печінки містяться і ферменти, які відновлюють чужорідні сполуки (цитохром-с-редуктаза, цитохром-в-редуктаза).

Багато ферментних систем не мікросомального походження містяться у розчинній фракції гомогенатів печінки, нирок та легень, каталізуючи реакції окислення, відновлення та гідролізу деяких токсичних речовин (альдегідів, кетонів).

Особливу роль серед механізмів знешкодження отрут виконують реакції синтезу або кон'югації, в результаті яких утворюються нетоксичні комплекси — кон'югати. Молекула стає більш полярною і легко виводиться з організму. В ці реакції вступають глюкуронова кислота, цистеїн, гліцин, сірчана кислота, метил, ацетил.

### **Шляхи виведення ОР та отрут з організму**

Сторонні речовини виводяться з організму через нирки, кишечник, легені та шкіру. Через нирки виділяються в основному розчинені у воді токсичні речовини та їх метаболіти за допомогою фільтрації і активного транспорту в ниркових каналцях.

Процес фільтрації здійснюється шляхом пасивної дифузії. При цьому провідним фактором ниркового кліренсу є концентраційний індекс (к):

$$k = C \text{ в сечі} / C \text{ в плазмі}, \quad k = C_c / C_p$$

де  $C$  — концентрація токсичної речовини в сечі;

$C_p$  — концентрація токсичної речовини в плазмі.

Значення  $k$ , менше за одиницю засвідчує про переважну дифузійну ОР з плазми в сечу, а при значенні  $k$ , більшому за одиницю, — навпаки.

Активний транспорт в ниркових канальцях здійснюється стосовно сильних органічних кислот та хімічних сполук ендogenous походження (сечова кислота, холін, гістамін та ін.), а також чужерідних речовин, схожих з ними за структурою.

Через шлунково-кишковий тракт виділяються малорозчинні або нерозчинні у воді ОР, які при пероральному надходженні не всмоктуються в кров, а також речовини, що виділяються з печінки разом з жовчю, та ті, що надійшли в кишечник через його стінку (солі важких металів).

Через легені виділяється з повітрям, яке видихається, більшість летких неелектролітів в основному в незміненому стані (вуглеводні, оксид вуглецю, синильна кислота).

При цьому, чим менший коефіцієнт розчинності у воді, тим швидше вони виділяються.

Через шкіру та потові залози виділяються, головним чином, неелектроліти (етиловий спирт, ацетон, феноли, хлоровані вуглеводи).

Якщо включено декілька шляхів виділення чужорідної речовини з організму, то тотальний кліренс (L) складає їх суму, тобто  $L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$ . Визначення отрут в різних біосубстратах (сечі, калі, крові) має велике значення для діагностики отруєнь, а закономірність виділення отрут з організму використовують для терапії, тому що цим процесом можна керувати (збільшення обсягу дихання, застосування сечогінних та проносних засобів).

У процесі виведення отрути можуть також діяти на органи виділення, що потребує проведення відповідних захисних заходів.

### **Токсикодинаміка**

Гостре отруєння в патогенетичному аспекті розглядається як хімічна травма, яка розвивається внаслідок дії на організм токсичної дози чужерідної речовини.

В результаті специфічної дії отрути розвивається токсикогенна фаза, яка проявляється в ранній клінічній стадії отруєння. Одночасно розвиваються



адаптаційні соматогенні реакції, спрямовані на ліквідацію порушень гомеостазу, котрі проявляються в другій клінічній стадії отруєння (соматогенній) гіпофізадреналовою реакцією (стресу), лізосомальною реакцією, судинною реакцією та іншими порушеннями структури і функції різноманітних органів та систем до їх повного відновлення або загибелі.

Бойові ОР та інші отрути безпосередньо своєю молекулою чи продуктами метаболізму (кон'югатами) вступають в біохімічні реакції з біосубстратами (рецепторами) організму, викликаючи тим самим порушення нормального (природного) проходження біохімічних процесів, що лежать в основі їх біохімічного механізму дії.

Біосубстратами, на які діють отрути, можуть бути білки, нервові рецептори, елементи крові, інші речовини і мікроструктури. При цьому більшість отрут притаманна вибірковою дією стосовно тих чи інших субстратів (рецепторів). Наприклад: синильна кислота та ціаніди — до тканинних оксидаз (цитохромоксидази), фосфороорганічні речовини — до холінестерази, оксид вуглецю — до гемоглобіну.

Токсичні речовини вступають у взаємодію з біосубстратами організму (рецепторами) за допомогою активних угруповань і радикалів: нуклеофільних радикалів з негативно зарядженими іонами і позитивно зарядженими іонами. При цьому важливе значення мають міцність зв'язку отрути з рецептором.

Більш міцними є ковалентні зв'язки отрути з рецептором (арсен, ртуть, сурма), легкоруйнівні, тобто оборотні — іонні, водневі, вандерваальсові.

### **Токсикометрія**

Токсикометрія вивчає кількісну сторону токсичності та небезпеки хімічних речовин при різних шляхах їх дії на організм. Під токсичністю ОР та отрут розуміють здатність їх впливати на живий організм.

Токсичність ОР та отрут визначається токсодозою — кількісною характеристикою токсичності ОР, відповідної певному ефекту ураження.

При шкіряно-резорбтивному і пероральному ураженнях та парентеральному введенні токсичних речовин (внутрішньовенна,

внутрішньом'язево, підшкірно, внутрішньочеревно) токсична доза (Д) виражається в мг/кг маси тіла тварини або людини або мг/люд.

При інгаляційних ураженнях токсодоза виражається  $Ct$ :

$$D = C \cdot t,$$

де  $C$  — середня концентрація ОР в повітрі, г/м<sup>3</sup>;

$t$  — час перебування людини в зараженому повітрі, хв.

**При дії ОР на організм людини застосовують такі токсодози:**

—  $LD_{50}$  або  $l \cdot C \cdot t_{50}$  — середня смертельна токсодоза (доза, або концентрація), вона викликає летальний кінець у 50 % уражених ( $L$  — латинське *letalis* - смертельний);

—  $ID_{50}$ , або  $ICt_{50}$  — середня токсодоза (доза, або концентрація), яка виводить із ладу 50 % уражених ( $I$  — від англ. *incapacitating* — небоєздатний);

—  $PD_{50}$  або  $PCt_{50}$  — середня порогова токсодоза (доза, або концентрація), яка викликає початкові симптоми уражень у 50 % уражених ( $P$  — англ. *primary* — початковий);

—  $LD_{100}$  або  $LCt_{100}$  — абсолютно смертельна токсодоза (доза, або концентрація), яка викликає 100 % загибель уражених;

— ГДК — гранично допустима концентрація — концентрація, яка при дії на організм протягом необмежено тривалий часу не викликає аби-яких відхилень, котрі не виявляються сучасними методами досліджень.

У деяких випадках при потраплянні ОР на шкіру токсодоза може виражатися в мг/см<sup>2</sup>, і важкість ураження визначається щільністю ураження ( $D$ ), тобто масою речовини (мг) на одиницю поверхні (см<sup>2</sup>). Так, для іприту щільність ураження шкіри 0,01 мг/см<sup>2</sup> викликає еритему, а 0,1 мг/см<sup>2</sup> — пухирі.

Більш заглиблена кількісна оцінка токсичності ( $T$ ) отруту при інгаляційному надходженні визначається за формулою Габера:

$$T = C \cdot V \cdot t / g,$$

де  $C$  — концентрація отрути у повітрі;

$V$  — об'єм вентиляції;

t — час дії, (хв.);

g — маса тіла (кг).

Синергізм проявляється у сумачії чи потенціюванні токсичного ефекту. Якщо ефект токсичної дії отруту складає суму ефектів кожної отрути, то такий вид синергізму називають адитивним. Якщо токсичний ефект більший від суми дії кожної отрути, то цей вид синергізму називають потенційованим.

Токсична доза ще не показує, яка кількість ОР надходить в легені і яка всмоктується в організм. Доза ОР, яка надходить в організм (в мг) при інгаляційних ураженнях, визначається за формулою:

$$D = C \cdot t \cdot V \cdot K ,$$

де C — концентрація ОР у повітрі (г/м<sup>3</sup>);

t — експозиція (хв.);

V — хвилинний об'єм легеневого дихання (л);

K — коефіцієнт всмоктування або резорбції ОР в легенях.

Токсичні дози ОР і отруту різні, залежно від способу надходження в організм. Так, смертельною токсодозою іприту для собаки є:

— при інгаляційному надходженні — 0,3 мг/кг;

— при нанесенні на шкіру — 40-50 мг/кг;

— при прийомі перорально — 1-2 мг/кг;

— при введенні під шкіру — 10-20 мг/кг;

— при введенні в вену — 3 мг/кг.

Існує і видове чуття до дії ОР і отруту.

Треба відзначити, що в бойових умовах та інших ситуаціях на організм можуть діяти дві чи декілька отрут, це так звана комбінована дія.

При комбінованій дії токсичний ефект може посилюватися (синергізм) чи послаблюватися (антагонізм).

## **Тема 2.3. Індивідуальний захист персоналу ДСНС при застосуванні бойових отруйних речовин та небезпечних хімічних речовин в умовах збройного конфлікту**

### План

1. Індивідуальні засоби захисту. Класифікація індивідуальних засобів захисту (ЗІЗ) від ЗМУ.
2. Засоби захисту шкіри (ЗІЗШ) та очей.

### **1. Індивідуальні засоби захисту. Класифікація індивідуальних засобів захисту (ЗІЗ) від ЗМУ**

Застосування хімічної зброї під час першої світової війни спричинило необхідність термінової розробки засобів протихімічного захисту. Відсутність їх була причиною масових уражень і великих жертв серед населення.

Вперше засоби захисту з'явилися у 1915 році і мали вигляд марлевих пов'язок, зволжених водними розчинами гіпосульфиту і соди. Ці пов'язки застосовувались для захисту від хлору, який використовували під час війни німці. З появою нових ОР: фосгену, хлорпікрину та інших, в склад рецептури для зволоження пов'язок-протигазів почали додавати гліцерин, розчин поташу, уротропіну, оцтовокислого калію та інші, а кількість шарів марлі доходила до декількох десятків. Однак, ці маски мали недостатні захисні властивості та були незручні в експлуатації, що пов'язане з малою швидкістю реакцій нейтралізації, основаних на принципі хемосорбції, необхідності періодичного змочування маски та її малою міцністю.

Перший "сухий" протигаз, в якому використані захисні властивості активованого вугілля, винайшов і запропонував у 1915 році видатний вчений М.Д.Зелінський за участю інженера Е.Л.Куманта. В подальшому протигазу такого типу були доповнені протиаерозольним фільтром, оскільки шар активованого вугілля не затримував частинок отруйного диму. Дещо пізніше до складу шихти почали вводити різноманітні каталізатори хімічних реакцій нейтралізації ОР. Подальші модифікації протигазу, аж до наших днів, були

пов'язані з конструктивними змінами, направленими на підвищення їх експлуатаційних, фізіолого-гігієнічних та ергономічних характеристик.

Після застосування іприту - ОР шкірно-наривної дії, виникла проблема захисту всієї поверхні шкіри.

У цей час були запропоновані костюми із промаслених тканин, захисні маски (мазеутворювальні компоненти: тваринний жир і наповнювачі - окис цинку та ін.), які ізолювали шкіру від оточуючого середовища. В подальшому визначився ще один принципово новий шлях захисту шкіряного покриву, який полягав у просякненні звичайного військового обмундирування компонентами, що взаємодіяли з ОР, нейтралізуючи їх, але зберігали повітропроникність одягу.

Слід відмітити, що на даному етапі розвитку матеріалознавства і промислових технологій, не можливо створити абсолютних засобів захисту, які б були гарантовано ефективні від усіх уражуючих факторів сучасної зброї, ЗМУ, промислових та екологічних катастроф. Ефективність засобів індивідуального та колективного захисту, в значній мірі, визначається правильною, злагодженою та безперебійною роботою всієї системи захисту від ЗМУ та промислових аварій, яка включає засоби хімічної та інших видів розвідки, оповіщення населення і військ, спеціальної обробки, прогнозування наслідків, оптимізації захисту, медикаментозний захист, антидотну терапію та багато інших елементів. В кожному конкретному випадку сучасні засоби захисту при їх правильному, раціональному і головне своєчасному використанні дозволяють забезпечити надійний захист від відомих БОР та СДОР.

Всі ЗІЗ від ЗМУ можуть бути поділені в залежності від їх призначення, застосування і принципу захисної дії. За призначенням ці засоби поділяються на загальновійськові (для оснащення всього особового складу) і спеціальні (для забезпечення захисту окремих категорій військовослужбовців).

**За призначенням** ЗІЗ поділяються на засоби захисту органів дихання (ЗЗОД), засоби захисту очей (ЗЗО) і засоби захисту шкіри (ЗЗШ), комплекти засобів індивідуального захисту (КЗІЗ).

**За принципом дії** ЗІЗ бувають фільтруючі та ізолюючі.

### **Індивідуальні засоби захисту органів дихання (ЗЗОД)**

Захисні характеристики сучасних ЗЗОД тісно пов'язані з можливою дією уражаючих факторів ЗМУ та промислових аварій. Так, радіоактивний пил, який випадає після ядерного вибуху, забруднює шар приземного повітря і поступово осідає на місцевість. Крім того, він може переходити повторно у завислий стан разом з пилом під дією вітру, при пересуванні людей, транспорту. В цьому випадку РР будуть потрапляти в органи дихання особового складу, якщо він не використовує ЗЗОД (табл. 1).

Високотоксичні отруйні речовини при бойовому застосуванні чи в результаті аварій можуть перебувати у вигляді крапель, різнодисперсного аерозолю чи в газоподібному стані. В атмосфері, зараженій ОР в стані газу чи аерозолю, за один подих людина може отримати декілька смертельних доз.

Не виключена можливість застосування як зброї бактеріальних аерозолів, які складаються з мікроорганізмів особливо небезпечних інфекцій. При розмірі аерозольних частинок 1-5 мкм вони дуже легко проникають у легеневі тканини. Необхідно враховувати, що граничною дозою для людини, наприклад, КУ-лихоманки є не більше 10 мікроорганізмів, для туляремії - 10 - 50 - тобто це мільярдні частки грама аерозолю.

Сучасний протигаз надійно захищає органи дихання від усіх раніше наведених факторів.

Необхідно також пам'ятати, що фільтруючі протигазы не ізолюють дихальні шляхи людини від атмосфери і не збагачують повітря, що вдихається, киснем, тому можуть бути використані в середовищі з вмістом кисню не менше 17% (за об'ємом).

## Класифікація засобів індивідуального захисту органів дихання

	Марка комплекту	ФПС	Лицьова частина	
Фільтруючі	Протигази великогабаритні			
	РШ-4	ФПК-ЕС-16	ШМ-41Му ШМС	ПРВ ПРВУ ПЛ-2 ПЛ-3
	Протигази малогабаритні			
	ПМГ ПМГ-2	ФПК ЕО-18К ФНК ЕО-62	ШМГ ШМ-66Му ШМ-62	
	ПБФ	ФПЄ ЕО-193	ШМБ з під масками (М,С,Б)	
	ПМК ПМК-2	ФПК ЕО.1.08.01 ФПК ЕО.1.15.01	М-30 МБ-1-80	
	Р2			
	Спеціальні			
Ізолюючі	марка комплекту	лицева частина	реген патрон	
	ИП-4 ИП-4М ИП-5	ШИП-2б(к) МИА-1 ШИП-М	РП-4 РП-4 РП-5	

**Будова і захисні властивості фільтруючих протигазів (ФП)**

Фільтруючі протигази складаються з лицьової частини і системи фільтрації повітря та поглинання отруйних речовин (СФП).

Фільтрувально-поглинальна система (СФП) призначена для очищення повітря, що вдихається, від аерозолів і парів ОР, радіоактивного пилу, бактеріальних аерозолів. У протигазів різних типів СФП може бути виконана у вигляді окремої фільтрувально-поглинальної коробки (ФПК) або фільтрувально-поглинального елемента лицьової частини (ФПЕ). За певних умов СФП може складатися із ФПК і додаткового патрону.

Очищення повітря від аерозолів здійснюється протиаерозольним фільтром. Він являє собою спресований картон (целюлоза), в який додано до

З вагових процентів асбесту. Фільтр розташований у вигляді вертикальної гармошки або концентрично розміщених шарів. Завдяки особливостям розміщення, площа протиаерозольного фільтру складає 2000 см<sup>2</sup>. Волокна фільтра утворюють густу сітку з дуже дрібними звивистими проміжками (каналцями). Доданий асбест створює дрібночарункову структуру фільтру.

Фільтрація аерозолів схематично проходить так. Спочатку частини, що мають більшу вагу і більшу інерцію (більше  $2 \cdot 10^{-5}$  см в діаметрі), на звивинах каналу фільтру потрапляють за межу повітряного потоку і, вдаряючись об стінки каналу, втрачають енергію і затримуються. Надзвичайно дрібні частинки (менше  $1,5 \cdot 10^{-5}$  см), з сильно вираженим броунівським рухом, проходять по каналах фільтру, вдаряються об їхні стінки і фіксуються на них. Так звані, "середні" аерозольні частинки ( $1,5-2 \cdot 10^{-5}$  см) не в повній мірі піддаються процесам осадження, і фіксації та створюють проскок.

Коефіцієнт проскоку розраховується за формулою:

$$K_{np} = \frac{C_1}{C} * 100 ,$$

Де  $C_1$  - кількість (концентрація) аерозолю, що проскочив через аерозольний фільтр;

$C$  - кількість (концентрація) аерозолю в атмосфері.

За цим коефіцієнтом визначається ефективність протидимового фільтру щодо захисту від токсичних аерозолів. Коефіцієнт проскоку кожного конкретного фільтру пов'язаний, з зазначеними вище, теоретичними законами, технологічними обмеженнями, конструкцією та недоліками при виготовленні і зберіганні СФП.

Протидимовий фільтр за своїми захисними властивостями під дією отруйних димів виснажується. Щодо радіоактивних речовин, то теоретично не виключена можливість накопичення їх у фільтрі до такої міри, що подальше користування протигазом стає неможливим. Стосовно патогенних



мікроорганізмів, після кожного застосування противником бактеріальних засобів проти газ вважається непридатним для повторного використання.

Отруйні речовини у формі пари і газу не затримуються протиаерозольним фільтром. Очищення повітря від них проходить у шарі гранульованого активованого вугілля-каталізатора (шихт) за рахунок таких процесів: адсорбція, абсорбція, капілярна конденсація, хемосорбція, каталіз, реакцій окислення, відновлення, створення комплексоутворювальних систем.

Активоване вугілля виготовляється з антрациту (кам'яного вугілля) або з березового вугілля шляхом спеціальної обробки в особливих печах парами води і аміаку при високій температурі. В результаті цих процесів вугілля звільняється від легких смолистих речовин, і в ньому утворюється велика кількість пор і пустот, що мають значну сумарну поверхню (1 г вугілля має поверхню до 1000-2000м<sup>2</sup>). За своїм діаметром пори поділяються на мікропори (менше 10<sup>-6</sup>см), перехідні пори (10<sup>-6</sup>-10<sup>-5</sup>см) та макропори (більше 10<sup>-5</sup>см). Наявність великої кількості пор і значна сумарна поверхня суттєво підвищують питому поглинальну здатність вугілля.

Більшість сучасних високотоксичних ОР в пароподібному і газоподібному стані за лічені частки секунди поглинаються в протигазі за рахунок процесу адсорбції.

**Адсорбція** - це накопичення молекул ОР на поверхні вугілля та ущільнення їх завдяки силі поверхневого електростатичного притягання. Отруйні речовини з великою молекулярною масою адсорбуються вугіллям краще, ніж з малою.

Для поглинання хімічних сполук з малою молекулярною масою адсорбційний принцип доповнюється принципом хемосорбції - хімічної нейтралізації речовин кислого походження з утворенням нових хімічних сполук. Для цього в нижній шар шихти додається три вагових проценти лужних добавок Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), що дозволяє отримати так званий лужний хімічний поглинач. Його обов'язковий компонент - волога (10-12%), яка створює сприятливе середовище для хімічних реакцій і прискорює гідроліз

деяких ОР. Таким чином, відбувається захист від фосгену, дифосгену, фтористого, хлористого, ціанистого водню та ін.

**Капілярна конденсація**, що відбувається у шихті, - це перетворення пари ОР у дрібні крапельки рідини в мікропорах вугілля.

**Абсорбція** - це проникнення (дифузія) парів ОР всередину вугілля. У верхньому шарі шихти містяться окисли металів - хрому, міді, срібла, що виконують роль каталізаторів хімічних реакцій знешкодження ОР. Крім того, солі заліза і міді, що містяться в шихті протигазу, переводять низькомолекулярну синільну кислоту в стійкі комплексні сполуки з великою молекулярною масою, які добре адсорбуються активованим вугіллям.

Лицева частина складається із гумової маски (маски-шолома, напівмаски, маски з підмасочником), окулярного вузла, клапанної коробки, обтікачів, системи кріплення на голові.

Якщо ФПК не кріпиться безпосередньо на масці, то в комплект протигазу входить з'єднувальна трубка, яка їх з'єднує. Вона виготовляється гумовою з трикотажем обплетенням і має поперечні складки (гофри), що надає необхідної пружності і забезпечує проходження повітря при вигинах. До комплекту малогабаритних протигазів не входить.

Маска-шолом виготовляється із еластичної гуми для забезпечення максимальної герметичності при мінімальному тиску на голову. В деяких конструкціях масок є обтікачі. Вони призначені для обдування окулярного вузла повітрям, яке вдихається, що попереджує (зменшує) запотівання скла. Вони виконані у вигляді каналів-повітроводів і відформовані разом з корпусом маски-шолома. Обтюратор - це частина маски, по якій проходить герметизація протигазу. Він може бути виконаний у вигляді шолома (шолом-маски), тонкої гумової смужки, (маска типу ГП-4у) чи тонкої гумової смужки підгорненої всередину (маски типу М-80).

Клапанна коробка призначена для розподілу потоків повітря, що вдихається і видихається. В лицевій частині протигазів ШМ-41Му, ШМС, ШМ-62, ШМ-66Му в клапанних коробках є один клапан вдишу і два клапани

видиху (основний і додатковий), між якими розміщено фізіологічну камеру. Подібна будова запобігає підсмоктуванню токсичних речовин під маску. В інших лицьових частинах протигазу клапан вдиху розміщений у з'єднувальному вузлі ФПС. Клапани видиху - найбільш уразливі елементи протигазу. У випадку їхнього засмічення чи примерзання взимку заражене повітря проникає під лицеву частину.

До комплекту протигазів додається також протигазова сумка, плівки, що незапотівають, накладні манжети для утеплення окулярного вузла, спеціальний "олівець" для попередження запотівання скла окулярів. Протигазова сумка призначена для перенесення, захисту і зберігання протигазу і його комплектуючих частин. Вона складається з двох внутрішніх відділень: лівого - для протигазової коробки (обладнане дерев'яними планками, що забезпечує вільний доступ повітря у протигазову коробку), правого - для лицьової частини, респіратора, плівок або "олівця", що попереджують запотівання. У зовнішній кишені сумки може розміщуватись індивідуальний протихімічний пакет. Сумка має заплічний ремінь і поясну стрічку.

Плівки для попередження запотівання односторонні (НП) або двосторонні (НПН), знаходяться в комплектах по шість плівок у кожному. Накладні манжети утеплення (НМУ) призначені для запобігання обмерзання вузла окулярів при мінусовій температурі повітря.

Герметичність лицьової частини протигазів, з'єднувальної трубки, з'єднувальних вузлів інших складових частин протигазу оцінюється коефіцієнтом підсмоктування, який розраховується за формулою:

$$K_n = \frac{C_1}{C} * 100 ,$$

де  $K_n$  - коефіцієнт підсмоктування, %;

$C_1$  - кількість шкідливих домішок, що потрапило під лицеву частину;

C - концентрація шкідливих домішок у повітрі навколишнього середовища.

У цілому, захисні властивості протигазу відносно токсичних речовин оцінюють коефіцієнтом проникнення, що являє собою відношення кількості токсичних речовин, які проникли під маску, до кількості цих речовин в атмосфері.

Допустимий коефіцієнт проникнення визначається характером уражаючого фактору. Для відомих ОР він має бути не нижчим  $10^{-3}$  %, для бактеріальних аерозолів -  $10^{-5}$  %.

### **Захисна потужність**

Сучасні фільтруючі протигази мають високі захисні властивості від ОР, РП, БА. При веденні бойових дій в умовах застосування противником ЗМУ один протигаз можна використати багато разів. При повторному використанні протигазів, ОР чи токсичні продукти їх розпаду накопичуються в ФПК, поступово зменшуючи її захисну потужність. Перерви в користуванні протигазами у зараженій атмосфері не знижують захисних властивостей ФПК від ОР. Захисні властивості ФПС також знижуються при зволоженні, засміченні ґрунтовим пилом, механічних пошкодженнях та низьких температурах.

Захисна потужність фільтруючих протигазів відносно пароподібних ОР визначається сорбційною ємністю і оцінюється часом захисної дії, тобто часом з початкового моменту проходження пароповітряної суміші із вмістом пари токсичної речовини через поглинальний шар протигазової коробки до моменту проскоку граничної кількості парів цієї речовини.

Час захисної дії розраховується за формулою, хв:

$$\Theta = \frac{M * 1000}{C * V},$$

де C - концентрація ОР у повітрі, мг/л;

M - сорбційна ємність вугілля, г;

V - об'єм легеневої вентиляції, л/хв;

1000 - коефіцієнт перерахунку грамів у мілілітри.

### **Фізіолого-гігієнічна оцінка ФП**

Під час використання протигазу знижується працездатність людини, а отже і боєздатність особового складу. До основних характеристик протигазу, що негативно впливають на функціональний стан та працездатність людини, відносяться: об'єм шкідливого простору, опір диханню, загальний та місцевий тиск маски-шолома на м'які тканини голови, обмеження полей зору, розбірливості мови, обмеження слуху, порушення теплового обміну з навколишнім середовищем. Несприятлива дія протигазу на організм в значній мірі залежить від типу протигаза, а також від тренованості особового складу, фізичного навантаження та мікрокліматичних умов.

Шкідливий простір (об'єм 300 - 500 см<sup>3</sup>) утворюється між обличчям і лицьовою частиною внаслідок конструктивно передбаченого нещільного прилягання маски-шолома у щелепно-лицьовій ділянці голови. Шкідливий простір протигазу збільшує фізіологічний об'єм шкідливого простору повітроносних шляхів. В ньому, відповідно, затримується більше повітря, що видихається людиною, яке змішується під час вдиху з атмосферним повітрям, збільшуючи вміст водяної пари, вуглекислого газу (до 2%) і знижуючи вміст кисню (до 18%). Надходження в легені такої газової суміші у неадаптованої людини викликає збільшення частоти дихання та скорочень серця за рахунок подразнення дихального і судинорухового центрів. У тренованої людини ця дія шкідливого простору компенсується більш глибоким рівномірним та рідким диханням.

Опір диханню створюється переважно у фазі вдиху, внаслідок тертя молекул повітря об шари протигазової коробки, стінки трубки дихання, повітроносних шляхів лицьової частини. Опір диханню під час вдиху зростає зі збільшенням швидкості руху повітря, наприклад, при фізичному навантаженні і переборюється додатковою напругою дихальних м'язів. Так, в стані спокою

при швидкості руху повітря 30 л/хв опір диханню становить 15-25 мм.вод.ст. (величина опору вдиху визначається по ступеню розрядження в підмасковому просторі), при 250 л/хв він зростає до 180-300 мм.вод.ст. (в залежності від конкретної конструкції протигазу). Під час бігу, іншого важкого навантаження, коли підвищується і опір повітроносних шляхів людини, сумарний опір диханню може доходити до 400 мм.вод.ст. В результаті підвищення навантаження на дихальні м'язи внутрішньогрудний тиск зростає на величину опору протигаза. Це спричинює посилений приплив крові до правої половини серця, утруднення систоли, застій крові в малому колі кровообігу і в порталній системі. Вже при досягненні рівня опору вдиху 250-350 мм.вод.ст. спостерігається неадекватна потребі величина легеневої вентиляції. Дихання стає поверхневим, зростає частота серцевих скорочень.

Для недопущення подібного впливу необхідно знизити інтенсивність фізичного навантаження. В протилежному випадку велике фізичне навантаження може призвести до гострого розширення правих відділів серця і декомпенсації.

Опір диханню під час видиху порівняно невеликий і нормується в межах до 10 мм.вод.ст. при швидкості руху 30л/хв. і не більше 100 мм.вод.ст. відповідно при 250 л/хв. Він характеризується величиною позитивного тиску в підмасковому просторі (мм.вод.ст.) і залежить від конструктивних особливостей видихаючого клапана. Враховуючи виключно пасивні механізми видиху, цей показник суттєво впливає на стомлюваність при роботі у протигазі.

Негативний вплив на організм шкідливого простору і опору диханню взаємно підсилюється, причому в стані спокою більш виражений вплив шкідливого простору, а при великому фізичному навантаженні - опір диханню. Шкідливий вплив маски-шолома виявляється у звуженні поля зору і зниженні гостроти зору, утрудненні мови і сприйняття звуків. Крім того, маска-шолом протигазів чинить відчутний тиск на м'які тканини голови, судини, нервові закінчення, викликаючи безперервну нервову імпульсацію і

больові відчуття. Також, маска-шолом порушує процеси теплообміну. Влітку підвищує вологість у підмасочному просторі, пітливість, можливі подразнення, мацерація шкіри обличчя. За низьких температур підвищується можливість відморожень підборіддя, шиї.

Зазначені види дії протигазів на людину частково компенсуються шляхом правильного підбору маски-шолома, а також внаслідок адаптації до роботи в протигазі (протигазове тренування).

### **Протигаз ПМК**

Маска М-80 складається із корпусу, обтюратора, окулярного вузла з трапецієподібним зігнутих склом, клапанної коробки з гумовим екраном, що запобігає засміченню і примерзанню клапанів видиху, обтікача, переговорного пристрою капсульного типу, системи для приймання рідини, наголовника, вузла приєднання ФПК ЕО.1.08.01. Сумка має форму прямокутного паралелепіпеда, просякнута вогнестійкою рецептурою.

### **Протигаз ПБФ**

Маска-шолом складається із корпусу з двома кишнями, в які вкладається фільтрувально-поглинальний елемент ЕО-19Е, окулярного вузла, підмасочника, переговорного пристрою і екрана. ФПЕ складається з двох пакетів матеріалів, герметично з'єднаних по периметру і розділених перфорованими вкладками. Кожний пакет складається з фільтруюче-сорбуючого і фільтруючого матеріалів, протипилового тампону і гідрофобної тканини.

### **Протигаз ПМГ**

До комплекту протигаза входять: фільтропоглинальна коробка ЕО-18К в чохлі, яка має форму циліндра висотою 9см і діаметром 10,8см, а також маска-шолом ШМГ і сумка для носіння протигазу, плівки НПН, мембрани переговорного пристрою.

Маска-шолом ШМГ складається із корпусу, окулярного вузла, обтікачів, клапанної коробки, переговорного вузла і вузла приєднання ФПК, в

якому розміщений клапан вдиху. Маска-шолом має вирізи в ділянці шолома і шийну стрічку для фіксації маски-шолома на голові.

Клапанна коробка виконана у вигляді гумового патрубку з двома клапанами грибкового типу. Фронтальне розміщення і розмір скелець окулярного вузла забезпечують можливість роботи з оптичними приладами. Для забезпечення зручності роботи зі зброєю і військовою технікою різних спеціалістів і для врахування індивідуальних особливостей військовослужбовців лицьові частини ШМГ випускають з лівостороннім /90%/ і правостороннім /10 %/ розміщенням вузла приєднання ФПК.

Сумка має форму прямокутного паралелепіпеда. Вона виготовлена з одного шару тканини, має одне відділення і дві зовнішні кишені для коробок з незапотіваючими плівками, мембранами і ППП. Клапан відсутній. Сумку закривають, складаючи передню і задню стінки і згортаючи їх в джгут, який пристібають до корпусу сумки двома шлейками на гудзики або кнопки.

До комплекту протигазу ПМГ, призначеного для особового складу ВМФ, додатково входить поліхлорвініловий чохол, який захищає ФПК від води.

### **Протигаз ПМГ-2**

До комплекту протигазу входять: фільтропоглинальна коробка ЕО-62к в чохлі, яка має форму циліндра висотою 8см і діаметром 11,2см, а також маска-шолом ШМ-66Му або ШМ-62 і сумка для носіння протигазу, плівки НПН, мембрани переговорного пристрою для ШМ-66Му.

Маска-шолом ШМ-66Му складається із корпусу, окулярного вузла, обтікачів, клапанної коробки, розбірного переговорного вузла і вузла приєднання ФПК з клапаном вдиху, який розміщується внизу по центру маски. Маска-шолом має вирізи для вушних раковин, що забезпечує нормальний слух.

Маска-шолом ШМ-62 подібна до маски-шолома ШМ-41Му, але комплектується клапанною коробкою ШМ-66Му.

Сумка ПМГ-2 аналогічна сумці ПМГ.



## **Протигаз РШ-4**

До комплекту протигазу РШ-4 входить маска-шолом ШМ-41Му або ШМС, ФПК ЕО-16, сумка, плівки, що незапотівають, мембрани переговорного пристосування для ШМС, накладні манжети утеплення для ШМ-41Му, з'єднувальна трубка.

ФПК ЕО-16 має форму циліндра висотою 17.5 см і діаметром 10.7 см. В дні коробки є внутрішня гвинтова горловина.

Шолом-маска ШМ-41Му складається з корпусу, окулярного вузла, обтікачів і клапанної коробки.

Шолом-маска ШМС складається з корпусу, окулярного вузла, обтікачів, клапанної коробки і розбірного переговорного пристрою. Лицева частина ШМС призначена для забезпечення роботи особового складу з розмовними апаратами, оптичними приладами, а також для збереження гучності звуку в протигазі при поданні команд. ШМС має мембранну коробку, більш тонку гуму в ділянці слухових проходів, фронтальне розміщення і розміри скла окулярів, що забезпечують роботу особового складу з оптичними приладами, і коробку з запасними мембранними плівками.

## **Спеціальні засоби захисту**

### **Призначення і будова респіратора**

Респіратори застосовуються для захисту органів дихання від радіоактивного і ґрунтового пилу і під час воєнних дій у вторинній хмарі бактеріальних (біологічних) засобів. У військах використовуються респіратори Р-2. Респіратор Р-2 - це фільтрувальна напівмаска з двома клапанами вдиху, одним клапаном видиху з захисним екраном, оголов'ям, що складається з еластичних шворок, які не розтягуються, і носовим затискачем.

### **Ізолюючі протигази**

Ізолюючі протигази ІІ-4 та ІІ-5 є спеціальними засобами захисту дихання, очей, шкіри обличчя від будь-яких шкідливих домішок у повітрі, незалежно від їх властивостей та концентрації. Вони використовуються у випадках, коли у повітрі є речовини, які не затримуються фільтруючими

протигазами, а також при недостатньому вмісті кисню у повітрі. Ізолюючий протигаз ІІІ-4 використовується тільки на суші та на кораблі, а ізолюючий протигаз ІІІ-5 також може використовуватись для здійснення виходу із затопленого танку, аварійно-рятувальних підводних робіт на глибині до 7 метрів.

### **Будова ізолюючих протигазів**

Ізолюючі протигази складаються з наступних основних вузлів: лицевої частини, регенеративного патрону, дихального мішка, каркасу і сумки (будова та правила використання більш детально викладені у технічному описі інструкції по експлуатації кожного виду ізолюючого протигаза).

Лицева частина служить для ізоляції органів дихання від оточуючого середовища, спрямування газової суміші, що вдихається, та водяної пари і збагаченої киснем газової суміші до органів дихання, а також для захисту очей і обличчя від будь-яких шкідливих домішок у повітрі. Лицева частина для ІІІ-5 додатково укомплектовується загубником і носовим затискачем для забезпечення роботи під водою.

Регенеративний патрон служить для одержання кисню, який необхідний для дихання, а також для поглинання вуглекислого газу та вологи, які містяться у газовій суміші, що видихається. Регенеративний патрон складається із корпусу з двома кришками, пускового пристрою, на верхній кришці патрона є штуцер для встановлення в нього гайки пускового пристрою, гніздо ніпеля для з'єднання з лицевою частиною. В нижній частині є друге гніздо ніпеля для приєднання патрона до дихального мішка.

Регенеративний патрон містить речовину (надперекис натрію), в якій кисень знаходиться у зв'язаному стані.

У регенеративному патроні проходять хімічні реакції поглинання вуглекислоти і вологи з повітря, що вдихається, з виділенням кисню. Реакція екзотермічна.

Пусковий пристрій складається із пускового брикету, ампули з сірчаною кислотою (1мл 38%) і пристроєм для розбивання ампули. Пусковий

брикет служить для забезпечення органів дихання в перші хвилини користування протигазом і приведення в дію регенеративного патрону.

Схема дихання в ізолюючих протигазах маятникова, через те що внаслідок відсутності клапанної системи потоки повітря, що видихаються, йдуть по тому ж самому руслі.

Дихальний мішок служить резервуаром для газової суміші, що видихається, і кисню, що виділяється регенеративним патроном. Він має фланець для приєднання до регенеративного патрона і клапан надлишкового тиску. В ПП-5 є два пристрої, які служать для наповнення дихального мішка киснем в разі браку газової суміші на вдих при роботі під водою. Каркас призначений для розміщення у ньому дихального мішка, запобігання здавлення мішка і кріплення регенеративного патрона. У ПП-5 дихальний мішок знаходиться у чохлі. Сумка служить для зберігання та перенесення ізолюючого протигаза, а також для захисту його вузлів від механічних пошкоджень.

### **Використання засобів індивідуального захисту органів дихання пораненим і хворим під час медичної евакуації**

Спосіб захисту поранених і хворих залежить від характеру і тяжкості їх поранення. У зв'язку з цим виділяють 4 групи поранених і хворих:

1. Здатні самостійно надіти протигаз і користуватися ним.
2. Здатні користуватися протигазом, але потребують сторонньої допомоги при надяганні.
3. Ті, що потребують надягання шолома для поранених в голову.
4. Ті, що мають протипоказання до використання протигазів і повинні розміщуватись в колективних засобах захисту.

Розподіл на групи здійснюється за допомогою маркувальних талонів або розпізнавальних пов'язок.

При серцево-судинній недостатності і при ураженні ОР середнього та важкого ступеню час перебування в протигазі не повинен перевищувати 30 хв.-1 год.

Абсолютні протипоказання до застосування фільтруючих протигазів:

- кома, шок, колапс;
- легенева, носова, шлункова кровотечі;
- безперервне блювання;
- судоми;
- гостра серцево-судинна і легенева недостатності;
- відкритий пневмоторакс;
- набряк легенів, поверхнєве дихання;
- свіжі випадки інсультів;
- струс головного мозку в гострому періоді.

## 2. Засоби захисту шкіри (ЗІЗШ) та очей

Призначені для запобігання ураження ОР, РР, БЗ, що проникають крізь шкіру та діють на шкіру, а також для запобігання прямої дії світлового випромінювання та запалювальної суміші (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Класифікація засобів захисту шкіри

Призначення. Принцип захисту	Загальновійськові	Спеціальні
Фільтруючі	ЗКЗК ЗКЗК-МЗКЗК-Д КЗС	
Ізолюючі	ЗЗК (плащ ОП-1М)КЗП	Л-1 Захисний комбінезон Захисний костюм КЗМ-2

Фільтруючі засоби виготовляються у вигляді бавовняного обмундирування та білизни, імпрегнованих спеціальними хімічними

речовинами. Вони захищають від пари та аерозолів ОР, отруйних димів та порошкоподібних рецептур і в деякій мірі від невеликих мазків рідких ОР. Імпрегнування вогнезахисними рецептурами надає стійкості до займання. Пари ОР проникають у пористу тканину разом з повітрям, при цьому повітря проходить крізь тканину, а ОР поглинається речовиною, що використовується для просочування. Використовується імпрегнування абсорбційного та хемосорбційного типу. У першому випадку ОР розчиняються у компонентах імпрегнування "абсорбентах", у другому - вступають у хімічну взаємодію і дегазуються. Під дією сонячного світла захисні властивості знижуються, тому необхідні повторні імпрегнування.

#### **Загальновійськовий комплексний захисний костюм (ЗКЗК).**

Призначений для комплексного захисту від світлового випромінювання та радіоактивних речовин, пари та аерозолів ОР і бактерійних аерозолів. Він складається з куртки, штанів, захисної білизни, головного убору, підшоломника, виготовлених з тканини із спеціальним імпрегнуванням. Одягають його під захисний плащ. Костюм відрізняється від табельного обмундирування своєю конструкцією і наявністю захисної білизни з козирком для захисту кистей рук.

**Костюм захисний КЗС** виготовлений із сітчастої тканини, призначений для збільшення рівня захисту шкіри від опіків світловим випроміненням при одяганні його поверх ЗКЗК чи обмундирування. Використовують як маскувальний засіб. КЗС є засобом періодичного носіння. При зараженні крапельно-рідким ОР він, як правило, не дегазується, а знищується (закопується).

Ізолюючі засоби непроникні для повітря. Вони виготовляються з текстильної поглинаючої тканини, на яку з обох боків нанесене захисне покриття з полімерного матеріалу (синтетичні каучуки, смоли, та інш.), які стійкі до проникнення ОР, РР, БЗ.

Захисні властивості ЗІЗШ від ОР характеризуються поняттям «захисна потужність» (час від моменту попадання рідкої ОР до появи його на

зворотньому боці у вигляді пари), промокання - час від моменту попадання рідкої ОР на тканину до появи на вивороті у рідкому вигляді. Такий ефект пов'язаний із здатністю стійких ОР розчинятись у полімерному покритті і дифундувати крізь нього. Час необхідний для промокання набагато більший ніж час захисної дії і залежить від природи і товщини полімерного шару.

Час захисної дії розраховується за формулою:

$$\Theta = A * B^2,$$

де А - коефіцієнт захисної дії; В - товщина плівки (мм).

Вплив ізолюючого одягу на організм людини виявляється у порушенні тепловіддачі, а ступінь впливу визначається температурою повітря, тривалістю та важкістю фізичних робіт; тому існують фізіолого-гігієнічні норми його використання. Для запобігання перегріву особовий склад використовує охолоджуючий бавовняний костюм (КБО), частота змочування залежить від температури повітря. Костюм бавовняний охолоджуючий включає куртку і штани, які виготовлені із вологоємкої бавовняної тканини.

КБО одягають поверх ізолюючих засобів захисту. Використовують КБО при температурі понад + 10°С, при цьому зволожують охолоджуючий костюм (під душем, із шлангу і.т.ін.). Частота зволоження залежить від температури оточуючого повітря:

- від +30°С до +40°С не рідше ніж один раз на годину;
- від +25°С до +30°С не рідше 1 разу за 2 години;
- від +20°С до +25°С не рідше 1 разу за 3 години;
- від +15°С до +20°С не рідше 1 разу за 4 години.

Загальновійськовий захисний комплект (ЗЗК) складається із захисного плаща, захисних панчох та захисних рукавиць. Загальновійськовий комплект, як правило, використовується з імпрегнованим обмундируванням і протигазом. ЗЗК носять у "похідному" положенні, "напоготові" і у "бойовому" положенні.

**У бойовому положенні загальновійськовий комплект може бути використаний:**

1. У вигляді накидки (при раптовому використанні супротивником ОР).
2. Одягненим у рукава (при подоланні у відкритих машинах заражених ділянок місцевості, при виконанні робіт з спеціальної обробки).
3. У вигляді комбінезону ( при проведенні робіт з ремонту техніки, інженерних робіт, рятувальних робіт чи при діях у пішому порядку на зараженій місцевості).

Костюм захисний з плівки (КЗП) - використовується разом з фільтруючими засобами індивідуального захисту шкіри. Після зараження ОР, БЗ спеціальному обробленню не підлягає. Після дезактивації використовується повторно. КЗП складається з захисного плаща з капюшоном, захисних панчох з ботами. Разом з КЗП використовують захисні рукавиці. КЗП носять в положеннях "похідному", "напоготові", "бойовому" (у вигляді накидки, та одягненим у рукава).

Спеціальний ізолюючий одяг використовується при високих рівнях забруднення місцевості ОР, РР, БЗ, загрозі обливу високотоксичними речовинами та при виконанні дегазаційних, дезактиваційних і дезінфекційних робіт.

**Є такі комплекти спеціального захисного одягу:**

1. Легкий захисний костюм - (Л-І)- виготовлений із прогумованої тканини і складається із куртки з капюшоном, штанів з панчолами, двопальчатих рукавиць та підшоломника. Окрім того, є сумка для перенесення та запасна пара рукавиць. Костюми бувають трьох розмірів: перший - зріст до 165см., другий - від 165 до 172см., третій - вище за 172см. Захисна потужність до 1,5 годин, бета-випромінювання поглинає на 60%. Середня вага - 3,3 кг.

2. Захисний комбінезон, що використовується у комплекті з чоботами та рукавицями і підшоломником. Розміри ті ж, що й у Л-І. Захисна

потужність від крапель ОР не менше 2 годин. Витримує світловий імпульс не менше 20-25 кал/см<sup>2</sup>.

3. Захисний костюм складається із куртки з капюшоном, штанів, рукавиць, чобіг та підшоломника і виготовляється трьох розмірів. Захисна потужність така ж сама.

4. Захисний фартух, що використовується із захисними панчолами та рукавицями.

До засобів індивідуального захисту очей відносять окуляри ОПФ та ОФ. Вони призначені для захисту очей від опіків та зниження тривалості адаптаційного осліплення світловим імпульсом ядерного вибуху. Захист очей відбувається за рахунок поглинання енергії імпульсу світла фотохромними і інфрачервоними матеріалами, які застосовані в блоках світлофільтрів. Окуляри, світлофільтри та інше приладдя зберігають у футлярах. Забруднені ОР, РП, БЗ футляри підлягають спеціальній обробці.



## **Тема 2.4. Виявлення та оцінка хімічної обстановки. Організація та здійснення хімічного контролю.**

### **План**

1. Загрози та оцінювання ризиків.
2. Розпізнавання та реагування на подію з НХР.
3. Виявлення та ідентифікація.

### **1. Загрози та оцінювання ризиків.**

Розвиток науки і технологій, промисловості, постійне збільшення обсягів внутрішнього та міжнародного переміщення товарів, відкритий інформаційний простір, локальні й міжнародні конфлікти – все це прямо чи опосередковано впливає на формування типів загроз у сфері хімічної безпеки та джерел їхнього походження.

#### **Основні типи хімічних загроз за джерелами їхнього походження:**

- транспортування небезпечних хімічних речовин;
- промислове (комерційне та наукове) використання;
- військові конфлікти;
- тероризм.

Серед основних факторів, що впливають на оцінювання ступеня складності реагування на загрозу:

- кількість небезпечної хімічної речовини;
- доступність (рівень фізичної безпеки);
- можливість запобігання;
- можливість попереднього прогнозування наслідків;
- можливість попереднього аварійного планування;
- вплив сторонніх (неконтрольованих, випадкових) факторів;
- складність ідентифікації загрози;
- масштаби та наслідки;
- складність проведення аварійно-рятувальних робіт.

Спільне розуміння ризику гарантує, що всі залучені до реагування на подію підрозділи екстреної допомоги населенню однаково розуміють характер загрози, а їхні зусилля спрямовані на спільну реалізацію завдань з реагування та ліквідації наслідків події. Також це забезпечить:

- відповідний захист персоналу екстрених служб;
- ефективність прийнятих рішень та вжитих заходів, особливо в умовах міжвідомчої взаємодії;
- однакове розуміння та усвідомлення характеру загрози та можливих ризиків усіма особами, які беруть участь у реагуванні на подію.

Визначення сфери оцінки ризиків та побудова концептуальної схеми допоможе у визначенні переліку ймовірних надзвичайних подій та оцінці ризиків (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Концептуальна схема для визначення переліку ймовірних надзвичайних подій та оцінки ризиків

## 2. Розпізнавання та реагування на подію з НХР.

Першочергові заходи на події з НХР вживає перший пожежно-рятувальний підрозділ, який прибуде на місце події, або екіпаж патрульної чи медичної служби (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Загальна структура першочергових заходів реагування на подію з НХР

Персонал усіх підрозділів екстреної допомоги населенню повинен бути спроможний розпізнати подію з небезпечними речовинами. Така спроможність є запорукою правильних та ефективних дій і рішень на початковій стадії виникнення та розвитку інциденту.

Першочерговим завданням є швидке визначення типу загрози, можливих небезпек та масштабів події. Це дасть змогу швидко визначити необхідні додаткові сили, засоби та ресурси.

Пріоритетним завданням є захист особового складу та населення, які перебувають в зоні впливу НХР.

Визначення першочергової зони небезпеки, її ізоляція та евакуація допоможе уникнути збільшення кількості потерпілих і встановити контроль над ситуацією.

Першочергові цілі та напрями реагування визначаються на основі наявних у конкретний момент сил, засобів і спеціального спорядження.

Схема реалізації основного завдання з метою рятування людей у випадку виникнення подій з наявністю небезпечних речовин представлена на рис. 2.3.

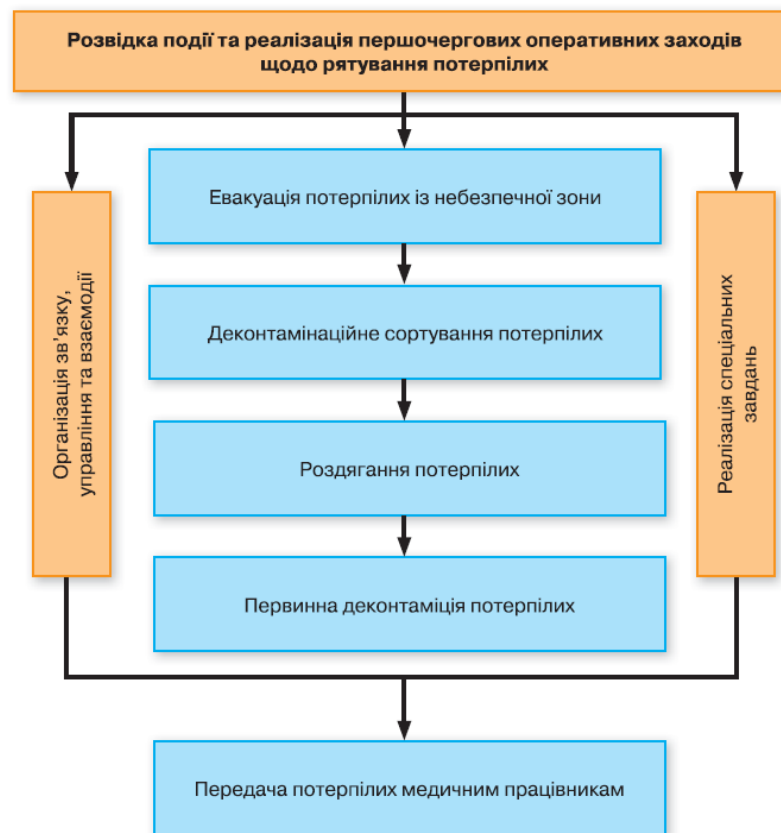


Рис. 2.3. Схема реалізації основного завдання з метою рятування людей у випадку виникнення подій з наявністю небезпечних речовин

### Шість запитань, які допоможуть на початковій стадії події з НХР:

1. Яке джерело небезпеки?
2. З якою небезпечною хімічною речовиною маємо справу?
3. Яка приблизна територія зазнала впливу НХР?

4. Як ізолювати зону небезпеки?
5. Яке місце є оптимальним та безпечним для розгортання сил та засобів?
6. Яких основних правил безпеки повинен дотримуватися персонал екстрених служб?

### *Розпізнавання інциденту з НХР*

Персонал усіх підрозділів екстреної допомоги населенню повинен бути спроможний розпізнати події з небезпечними речовинами. Така спроможність є запорукою правильних та ефективних дій і рішень на початковій стадії виникнення та розвитку інциденту.

### **Ключові ознаки подій з НХР**

#### **Подія з небезпечними хімічними речовинами**

Подія з небезпечними хімічними речовинами — це інцидент або фактичне вивільнення хімічних небезпечних речовин у навколишнє середовище, наслідки якого потребують негайного реагування для локалізації впливу (витоку), захисту людей та навколишнього середовища.

*Ознаки, пов'язані з подією:*

- Спостерігається витік хімічної речовини
- Пошкоджена ємність (контейнер) або ємності поряд містять маркування небезпечного вантажу
- Поряд з місцем події (розливом) знаходяться ємності (контейнери, цистерни, бочки тощо), що можуть використовуватись для транспортування або зберігання НХР
- Калюжі, розливи, дим, хмара, походження яких не можливо пояснити
- Кольорові калюжі, плями, дим (наприклад: зелений, жовтий)
- Запахи, походження яких не можливо пояснити (наприклад: хлора, аміаку, гіркий мигдаль)

- Територія місця події пов'язана з НХР (наприклад: виробництво, переміщення, зберігання, використання, поводження з відходами тощо)

*Ознаки, пов'язані з природним середовищем:*

- Низькі хмари чи туман, не пов'язані з погодними явищами
- Нетипова кількість мертвих тварин на території події та біля неї
- Мертва риба, птахи, комахи тощо
- Невідомі калюжі або порошки
- Маслянисті плями або каламутні на поверхні води
- Хмари пилу або частинок, що не пояснюється погодою чи інцидентом (наприклад, обвал будівлі)
- Похолодання або знезабарвлення рослинності в районі виникнення події

*Медичні ознаки:*

- Наявність постраждалих без видимих причин або травм
- Різка погіршення стану потерпілих (запаморочення, задуха)
- Хімічні опіки або подразнення шкіри, очей
- Наявність підозр на отруєння невідомою речовиною
- Підвищена частота кашлю та дихальні проблеми серед людей

### **Подія з масовими постраждалими**

Порятунок життя завжди є пріоритетним завданням. Коли подію ідентифіковано як подію з НХР, потрібно визначити обсяги медичних наслідків. Визначення кількості постраждалих і необхідних медичних ресурсів - найважливіше в цьому випадку.

*Ознаки, пов'язані з подією:*

- Більше 10\* постраждалих потребують термінової медичної допомоги та госпіталізації.
- Більше 10\* осіб забруднені або перебувають в зоні небезпечного впливу НХР.

- Будь-яка подія (аварія), яка може спричинити значні жертви в поєднанні з потенційними ускладненнями (наприклад, евакуація населення, загроза вторинних аварій, обвал будівлі) і в місці, де можуть постраждати 10\* або більше осіб.

\*Кількість постраждалих (класифікація) залежить від національного законодавства.

### **Подія, пов'язана з застосуванням бойових отруйних речовин**

Подія, пов'язана із застосуванням бойових отруйних речовин (БОР), буде значно небезпечнішою та матиме аналогічні медичні наслідки порівняно з промисловою аварією з НХР. Важливе розпізнавання подій з застосуванням БОР може врятувати сотні життів.

#### *Ознаки, пов'язані з подією:*

- Подія має схожі первинні ознаки з подіями, пов'язаними з промисловими НХР та подіями з масовими постраждалими.
- Наявність інформації про загрозу теракту.
- Наявність вибуху або повідомлень про вибух, схожий на саморобний вибуховий пристрій.
- Виявлення осіб, що використовують засоби захисту без очевидних причин.
- Вибух із невеликою кількістю або взагалі без пожежі та руйнувань.
- Пристрій для розпилення (димних, пилу).
- Масштабний вплив на людей, що знаходяться в одній зоні.
- Підозрілі особи, які покидають подію без пояснень.

#### *Медичні ознаки:*

- Кілька потерпілих з однаковими симптомами.
- Масові жертви без видимих причин або травм.
- Симптоми раптової слабкості, блювоти або судом.
- Порушення зору та координації рухів.

- Наявність симптомів подразнення (шкіри, очей, дихальних шляхів та діафрагми).
- Подразнення очей, носа, горла, ускладнене дихання.
- Однакові швидкі ознаки та симптоми (припухлість, пухирі, свербіж).

### **Контроль над ситуацією**

Контроль над ситуацією є ключовим завданням, яке зменшить загальні наслідки надзвичайної події та забезпечить ефективне реагування. Контроль над ситуацією досягається завдяки:

- встановленню внутрішнього та зовнішнього периметрів;
- встановленню безпечних пунктів збору постраждалих і свідків;
- встановленню зв'язку та взаємодії між усіма службами на місці події;
- організації заходів з дезконтамінації постраждалих і персоналу екстрених служб;
- локалізації витoku та розповсюдження НХР.

### **Зонування місця події**

#### *Зони небезпеки*

Реагування на надзвичайні ситуації, пов'язані з НХР (небезпечними хімічними речовинами), включає чітке розмежування зон, щоб забезпечити контроль та ефективне реагування.

#### *Холодна зона*

Це територія, віддалена від місця інциденту. У холодній зоні розташовуються штаби й адміністративні структури, що відповідають за координацію рятувальних операцій. Вона є безпечною для перебування персоналу та обладнання.

#### *Тепла зона*

Це проміжна зона між холодною і гарячою зонами, в якій проводиться дезконтамінація постраждалих і персоналу, щоб запобігти перенесенню небезпечних речовин за межі гарячої зони.

#### *Гаряча зона*



Це зона з безпосередньою загрозою життю і здоров'ю, де знаходяться джерела небезпечних речовин або місце витоку НХР. У цій зоні працюють тільки спеціально навчені рятувальники з відповідними засобами захисту.

#### *Первинна зона небезпеки*

Початкова зона небезпеки визначається на основі місця інциденту, напрямку вітру та розміру витоку. Важливо врахувати ці фактори, щоб організувати безпечні та ефективні рятувальні заходи:

- холодна зона: зона для командного штабу та координації.
- тепла зона: місце дезконтамінації, де здійснюється очищення від небезпечних речовин.
- гаряча зона: безпосередньо місце аварії або витоку. У цій зоні ризику найвищі.

### **3. Виявлення та ідентифікація.**

Знання принципів, методів роботи, особливостей і порядку використання спеціальних приладів для виявлення та ідентифікації небезпечних хімічних речовин є ключовим під час вибору відповідного обладнання для хімічної розвідки й забезпечення ефективності робіт.

#### *Індикація*

Технологія зміни кольору ґрунтується на хімічних реакціях, які відбуваються при взаємодії деяких хімічних речовин із різними розчинами та субстратами. Найпоширенішим показником реакції є зміна кольору. Детектори зміни кольору можуть виявляти небезпечні хімічні речовини за допомогою індикаторних трубок, паперу тощо. Метод зміни кольору насамперед якісний, оскільки вони виявляють лише наявність речовини, що перевищує певний поріг концентрації, але вони не є надійними для визначення концентрації хімічних речовин.

#### *Спектрометрія іонної рухливості*

Спектрометрія іонної рухливості (IMS) працює шляхом захоплення повітря при атмосферному тиску в зону реакції, де іонізуються складові зразка.

Потім ці хімічні речовини в парах або родинних сполуках утворюють іонні скупчення. Рухливість скупчених іонів повною мірою залежить від форми та ваги. Іони речовини рухаються через заряджену трубку, де вони стикаються з детекторною пластиною, і реєструється заряд (струм). Діаграма структури, що утворюється з часом, забезпечує характерний спектр рухливості іонів. Інтенсивність (висота) піків у спектрі, яка відповідає кількості заряду, вказує на відносну концентрацію речовини.

### *Інфрачервона абсорбційна спектроскопія*

Інфрачервона спектроскопія — це вимірювання поглинання середнього інфрачервоного світла (довжина хвилі 2,5–50 мкм), що збуджує молекулярну молекулу на вищій енергетичний рівень. Довжина хвилі інфрачервоного випромінювання найкраще підходить до ідентифікації органічних і металовмісних сполук.

Сполуки в повітрі, які поглинають енергію в інфрачервоному діапазоні, можуть бути виявлені кілька разів із використанням ІЧ-Фур'є-спектрометрів. Ці спектрометри застосовують як у відкритій атмосфері, так і в приміщеннях. Фур'є-спектрометрія розділяє випромінювання на компоненти, що дає різну інтенсивність спектральних піків. Виявлені молекули направляються в збуджений стан завдяки зміні різних оптичних шляхів. Після обміну піки відображаються назад до роздільних променів, де вони з'єднуються та інтерферують відповідно до довжин хвиль й різниці оптичного шляху. Детектор вимірює інтенсивність інтерферційного променя як функцію різниці оптичного шляху. Результатом цього процесу є інтерферограма. Різниця оптичного шляху вимірюється за допомогою монохроматичного лазера, а інтерферограма перетворюється на спектр за допомогою перетворення Фур'є. Хоча Фур'є-спектроскопія має здатність визначати хімічні речовини виняткової гнучкості, чутливості та напівправдивої (част./млрд.) кожна наявна речовина потребує іншого еталонного спектра. При використанні суміші хімічних речовин Фур'є-спектроскопія потребує програмного забезпечення,

щоб розпізнавати спектральні образи для відокремлення концентрації окремих видів від складних багатокомпонентних спектрів.

#### *Аерозольна мас-спектрометрія*

Мета аерозольної мас-спектрометрії — забезпечити оперативний хімічний аналіз окремих аерозольних частинок у режимі реального часу. Хімічний аналіз характеризує аерозольні частинки з точки зору основного складу, складу поверхні, органічних речовин та неорганічних хімічних речовин. Онлайн-система мінімізує впливи варіацій, спричинених конденсацією, випаровуванням або хімічним перетворенням. Система реального часу забезпечує високу тимчасову роздільну здатність і дозволяє системі контролювати швидкі зміни у складі хімічної речовини.

#### *Раман-спектроскопія*

Раман-спектроскопія використовується для визначення структури, багатокомпонентного якісного аналізу та кількісного аналізу. Механізм раманівського розсіювання відрізняється від інфрачервоного поглинання тим, що спектр Рамана та ІЧ-спектри забезпечують додаткову інформацію. Однак ІЧ можна використовувати для виявлення хімічних речовин у зразках повітря.

Суть методу раман-спектроскопії в тому, що збуджене зразка досліджуваної речовини проходить пучок лазера з певною довжиною хвилі, який при контакті зі зразком розсіюється. Отримані промені за допомогою лінзи збираються в один пучок і пропускаються через світлофільтр, що відрізає склад (0,001 % інтенсивності раманівської частоти), яка відповідає технічним (99,999 %), релевантським. «Чисті» раманівські промені індикуються та спрямовуються на детектор, який фіксує частоту їхнього коливання. Раманівська спектроскопія дає спектральну характеристику коливань молекул («молекулярний відбиток») і так ідентифікує речовину та її унікальний спектр. Зазвичай прилади, що працюють за методом раман-спектрометрії, мають попередньо вбудовану бібліотеку найбільш поширених речовин, які можна ідентифікувати цим методом.

#### *Недисперсна інфрачервона спектроскопія*

Інфрачервона область електромагнітного спектра від 2,5 до 25 мікрометрів виявляла цінні риси для ідентифікації та кількісного оцінювання газоподібних молекулярних видів. Коли інфрачервоне випромінювання проходить через газ, випромінювання поглинається певних довжин хвиль, які визначаються інфрачервоними фільтрами. Ці довжини хвиль характерні для коливальної структури конкретних молекул газу. Технологія інфрачервоної спектроскопії використовується в промисловості для детекції для виявлення БОР (бойових отруйних речовин) та нервово-паралітичної дії.

#### *Лазерна система виявлення і вимірювання дальності*

Лазерна система виявлення та вимірювання дальності (lidar) використовує лазерні імпульси для вимірювання атмосферних елементів, таких як аерозольні частинки, кристали льоду та водяна пара, або сліди газів, як-от хімічні речовини. Кожна газоподібний хімічний вид має унікальний чинник поглинання світла. Один газ поглинає світло на певних довжинах хвиль; інші поглинають його на інших, чітко визначених довжинах хвиль. Лідарний пристрій передає короткі імпульси лазерного світла в атмосферу. Під час руху лазерного променя його інтенсивність зменшується внаслідок розсіювання природними аерозолями та частинками, що перебувають у повітрі. Частина світла повторно розсіюється на детектор, що розташований поряд із випромінювальним лазером, який вимірює кількість світла, що відбивається назад. Оскільки світлу потрібно більше часу, щоб повернутися з більш віддалених діапазонів, часове затримування зворотних імпульсів може бути перетворене на відповідну відстань між точкою розсіювання в атмосфері та лідарним детектором. Результатом є профіль атмосферного розсіювання залежно від відстані. Молекули пари в повітрі поглинають випромінюване світло, якщо довжина хвилі лазера відповідає профілю поглинання молекули. Аналіз сигналу поглинання може дати інформацію про розподіл хімічних речовин в атмосфері.

У лідарі диференційного поглинання (ЛДП) використовується світло двох різних довжин хвиль, лише одна з яких поглинає досліджуваний газ, що

дає змогу проводити диференційне вимірювання. Непоглинена довжина хвилі використовується як еталон для усунення ефектів явища проходження в атмосфері. Лідар пропонує метод дистанційного (або автономного) виявлення хімічних речовин в атмосфері.

#### *Газова хроматографія*

Газова хроматографія використовується для виявлення різноманітних хімічних сполук. Хроматографія — це метод розділення, який ґрунтується на відмінності в поведінці розділу між активною рухомою фазою та нерухомою фазою для розділення компонентів суміші. Колонка (або інша опора) утримує нерухому фазу, а рухлива фаза проходить через неї зразок. Компоненти зразка, які сильно розподіляються у нерухомій фазі, проводять довший час у колонці та відокремлюються від компонентів, що нерівно залишаються в рухомій фазі і швидше проходять через колонку. Коли компоненти виходять з колонки, їх можна кількісно визначити детектором або відбирати для подальшого аналізу. У газовій хроматографії рухомою фазою є газ, а нерухомою фазою зазвичай є рідина на твердій носії або твердий адсорбент. Як і у випадку мас-спектрометрії, метод газової хроматографії також пропонує високу чутливість і специфічність при виявленні хімічних речовин у багатофазних зразках. Газова хроматографія може поєднуватися також з іншими методами ідентифікації невідомих хімічних речовин. Приклад таких "комбінованих методів" включають газову хроматографію/мас-спектроскопію, газову хроматографію/Фур'є-спектроскопію та іоно-дисперсну ультрафіолетову/видиму спектроскопію поглинання.

#### *Електрохімічна сенсорна технологія*

Електрохімічний датчик виявляє та вимірює зміни, спричинені взаємодією між хімічною речовиною та властивістю електричного кола (Taylor та Schultz, 1996 р.). По суті, електрохімія ґрунтується на хімічній реакції, яка відбувається, коли хімічна речовина потрапляє до області детектування і спричиняє певні зміни в електричному потенціалі. Зазвичай ця зміна контролюється за допомогою електрохімічного електрода. Потрібна

потокова концентрація речовини, яка відповідає зміні електричного потенціалу, що контролюється. Технологію електрохімічного датчика можна використовувати у найрізноманітніших налаштуваннях, і у неї також її використовують в переносних детекторах для виявлення ОР (нервово-паралітичної), загальнотоксичної та задушливої дії.

#### *Технологія фотоіонізації*

Фотоіонізаційні детектори (ФІД) працюють, пропускаючи зразок повітря між двома зарядженими металевими електродами у вакуумній області, опроміненій ультрафіолетовим випромінюванням, утворюючи іони та електрони. Негативно заряджений електрод збирає позитивні іони, створюючи струм, який вимірюється електронною схемою спектрометра. Вимірний струм може бути пов'язаний з концентрацією наявних молекулярних видів. ФІД використовуються в переносних детекторах для виявлення ОР нервово-паралітичної, шкідливої дії та інших.

#### *Фотометрія полум'я*

При фотометрії полум'я зразок повітря спалюють у багатому на водень полум'ї. Сполуки випромінюють у полум'ї світло певної довжини хвилі. Оптичний фільтр використовується для пропускання певної довжини хвилі світла, а світлочутливий детектор виробляє репрезентативний сигнал реакції. Оскільки більшість елементів випромінюють унікальну, характерну довжину хвилі світла при згорянні в цьому полум'ї, полум'яний фотометр може детектувати конкретні елементи. Полум'яні фотометри зазвичай використовуються із газовими хроматографами. Фотометрію полум'я сірки та фосфору часто використовують для виявлення нервово-паралітичної дії відповідно.

#### *Фотоакустична інфрачервона спектроскопія*

ІЧ і фотоакустична спектроскопія, фотоакустична інфрачервона спектроскопія (ФНС) використовує селективне поглинання інфрачервоного випромінювання газами хімічних речовин для ідентифікації та кількісного оцінювання речовин. Імпульси певної довжини хвилі інфрачервоного світла

надходять у зразок через оптичний фільтр, з плином часу фільтр відбиває поглинається контрольованим газом, що забезпечує температуру і тиск газу. Оскільки світло, що потрапляє в камеру, пульсує, тиск у камері коливається, створюючи акустичну хвилю, пропорційну концентрації газу в камері. Мікрофон, встановлений всередині камери, контролюють звуковий сигнал і надсилають результат на електронний пристрій. Технологія ФНС досить чутлива, але її використання для виявлення хімічних бойових речовин досить нове. Передбачається, що за допомогою цієї технології можна виявити велику кількість речовин.

## Тема 2.5. Маркування небезпечних речовин.

### План

1. Загальні положення.
2. Маркування небезпечних вантажів.

#### 1. Загальні положення.

Щорічно в Україні перевозиться близько 900 млн. тон вантажів в тому числі і небезпечних, (26% - автомобільним транспортом). Небезпечні складають понад 15% від загальної кількості вантажів, що перевозяться.

Найбільшу небезпеку становлять аварійні ситуації, що виникають під час перевезення автомобільним і залізничним транспортом небезпечних хімічних та радіоактивних речовин. Під час пожежі та аварії на транспорті за наявності небезпечних вантажів можливе утворення зон хімічного та радіоактивного забруднення, створення зон локальних вибухових концентрацій, займання та вибухи, отруєння та хімічні опіки населення та особового складу оперативно-рятувальних підрозділів, які беруть участь у гасіння пожеж, або ліквідації наслідків аварій.

Відповідно до ст. 23 Закону України «Про перевезення небезпечних вантажів» ліквідацію наслідків аварії, що виникають під час перевезення небезпечних вантажів, здійснюють підрозділи ДСНС та суб'єкти перевезення небезпечних вантажів. Практично з'ясовано, що своєчасне отримання інформації щодо небезпечного вантажу дозволяє вжити відповідні заходи безпеки та запобігти травмування особового складу під час виконання ним своїх обов'язків. Значною мірою ця інформація може бути отримана з маркування небезпечного вантажу.

Аварії з небезпечними вантажами на залізничному і автомобільному транспорті можуть спричинити пожежі, вибухи, хімічне й біологічне зараження, радіоактивне забруднення. Характерною рисою цих НС є значні розміри та висока швидкість формування зони ураження.



Оцінку оперативної обстановки на місці аварії здійснює керівник гасіння пожежі (КГП), або керівник аварійно-рятувальних робіт (КАРР) із залученням спеціалістів штабу з ліквідації аварії, з метою визначення необхідної кількості сил і засобів для ліквідації джерела забруднення та гасіння пожежі, пошуку і порятунку постраждалих, визначення тактики дій підрозділів та заходів безпеки у зоні хімічного забруднення.

**Інформацію про обстановку на місці аварії можна отримувати за наступними джерелами:**

- інформації, яку містить маркування небезпечного вантажу;
- інформації, яку містять перевізні документи на небезпечний вантаж і (або) аварійна картка;
- інформації від осіб, що супроводжують небезпечний вантаж (провідник або фахівець вантажовласника), локомотивної бригади, водія, від громадян, які були свідками аварійної ситуації в цілому або на окремих її етапах.

***На залізничному транспорті додатково необхідно визначити:***

- наявність вагонів і цистерн що завантажені НХР, ЛЗР, ГР, вибухопожежонебезпечними речовинами та можливість їх відчеплення і переміщення в безпечне місце;
- кількість пошкоджених вагонів (цистерн), місце і кількість проливу НХР;
- можливість утворення зони хімічного забруднення;
- заходи безпеки під час гасіння пожежі та ліквідації наслідків аварійної ситуації з НХР;
- наявність у осіб, що супроводжують небезпечний вантаж та локомотивної бригади засобів індивідуального захисту;
- можливість підтримувати постійний зв'язок з диспетчером відділення залізниці з метою визначення обстановки і консультацій щодо питань евакуації вагонів і графіку руху інших потягів.

***На автомобільному транспорті необхідно визначити:***

- стан вантажу, наявність витікання НХР;
- можливість утворення зони хімічного забруднення;
- заходи безпеки під час проведення робіт з гасіння пожежі та ліквідації наслідків аварії з НХР;
- наявність у осіб, що супроводжують небезпечний вантаж засобів індивідуального захисту.

**3 маркування небезпечного вантажу,** перевізних документів і аварійної картки визначити:

- основні властивості та види небезпеки;
- засоби індивідуального захисту;
- необхідні дії під час гасіння пожежі та ліквідації наслідків аварії;
- заходи долікарської допомоги;
- способи та засоби нейтралізації НХР.

### **Прийняття рішень.**

Отримавши інформацію, керівник аварійно-рятувальних робіт (КАРР) із залученням спеціалістів штабу з ліквідації аварії проводять її аналіз та оцінку обстановки: масштаби аварії; площа зони НС; вплив на навколишнє середовище; приблизна кількість людей що потрапила в зону НС. Після оцінки обстановки приймають наступні рішення:

- ідентифікувати речовину;
- розрахувати параметри зони хімічного забруднення;
- при необхідності, визначити порядок та напрямок евакуації людей з об'єкту чи території, що розташована поруч;
- розрахувати необхідну кількість особового складу для локалізації зони хімічного забруднення;
- визначити спосіб ліквідації джерела забруднення та визначити для цього необхідну кількість особового складу;
- забезпечити засобами захисту особовий склад що приймає участь в ліквідації аварії;
- організувати роботу з ліквідації наслідків аварійної ситуації.

## 2. Маркування небезпечних вантажів.

На цей час в Україні діє декілька документів, в яких визначено вимоги щодо маркування небезпечних вантажів, основними з яких є:

- «Європейська Угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів(ДОПНВ)»;
- «Правила дорожнього перевезення небезпечних вантажів»;
- «Конвенція про міжнародні залізничні перевезення (КОТІФ)».

У таблиці 3 наведені знаки безпеки, які використовуються для маркування небезпечних вантажів з НХР.

Таблиця 2.3

Знаки безпеки, які використовуються для маркування небезпечних вантажів з НХР

Номер зразка	Зразок знаку	Опис знаку	Небезпека
<b>КЛАС 1. Вибухонебезпечні матеріали (ВМ) ПІДКЛАС 1.1-1.6</b>			
1		Колір: фон — оранжевий; символ небезпеки, бомба, що вибухає, та цифра — чорні.	1.1-ВМ, що вибухають масово під впливом ударів та детонації. 1.2-не вибухають масово. 1.3-не вибухають масово, пожежонебезпечні.
1.4		Колір: фон — оранжевий; символ небезпеки; цифри: "1.4" — чорні.	1.4-ВМ, що не становлять значної небезпеки вибуху в разі загоряння та при перевезенні.
1.5		Колір: фон — оранжевий; символ небезпеки; цифри: "1.5" — чорні.	1.5-ВМ, дуже малочутливі та не вибухають при перевезенні чи загорянні.

1.6		Колір: фон — оранжевий; символ небезпеки, цифри: "1.5" — чорні.	1.6 — надзвичайно малочутливі ВМ, які не мають загрози вибуху масово, містять надзвичайно малочутливі вибухові речовини.
КЛАС 2. Гази (стиснені, зріджені, скраплені). ПІДКЛАС 2.1. Легкозайmistі гази			
2		Колір: фон — червоний; символ небезпеки, цифра та лінія — чорні. Верхня половина: символ небезпеки — полум'я над горизонтальною смугою. Нижня половина: у нижньому куті цифра 2.	Характеризуються можливістю створення зони вибухобезпечної концентрації та виникнення потужного вибуху або об'ємного загоряння. В умовах пожежі можлива розгерметизація або руйнування транспортної тари через підвищення тиску.
2.1		Колір: фон — червоний; символ небезпеки, цифра та лінія — білі. Верхня половина: символ небезпеки — полум'я над горизонтальною смугою. Нижня половина: у нижньому куті цифра 2.	Характеризуються можливістю задушливої дії (розбавлення або заміна кисню в повітрі) або, якщо газ є окисником, можливістю спричинення
КЛАС 2. ПІДКЛАС 2.2. Незайmistі, нетоксичні гази			
2.2		Колір: фон — зелений; символ небезпеки, цифра та лінія — чорні. Верхня половина: символ небезпеки — газовий балон. Нижня половина: у нижньому куті цифра 2.	Характеризуються можливістю задушливої дії (розбавлення або заміна кисню в повітрі) або, якщо газ є окисником, можливістю спричинення

2.2		<p>Колір: фон — зелений; символ небезпеки, цифра та лінія — білі. Верхня половина: символ небезпеки — газовий балон. Нижня половина: у нижньому куті цифра 2.</p>	<p>займання чи підтримання горіння інших матеріалів значно сильніше, ніж повітря. В умовах пожежі можлива розгерметизація або руйнування транспортної тари через підвищення тиску.</p>
КЛАС 2. ПІДКЛАС 2.3 Токсичні гази			
2.3		<p>Колір: фон — білий; символ небезпеки, цифра та лінія — чорні. Верхня половина: символ небезпеки — череп і перехрещені кістки. Нижня половина: у нижньому куті цифра 2.</p>	<p>Спричиняють отруєння та захворювання при потраплянні в організм або контакті зі шкірою. Під час аварійних ситуацій можуть створювати великі зони хімічного забруднення і призвести до отруєння на значній відстані.</p>
КЛАС 3. Легкозаймисті рідини (ЛЗР). ПІДКЛАС 3.1-3.2			
3.1		<p>Колір: фон — червоний; символ небезпеки, цифра та лінія — білі. Верхня половина: символ небезпеки — полум'я над горизонтальною смугою. Нижня половина: у нижньому куті цифра 3.</p>	<p>Небезпека: Легкозаймисті рідини (ЛЗР) у разі витікання характеризуються здатністю створювати над поверхнею розлитої рідини гаряче середовище з пожежо-небезпечною</p>


3.2		<p>Колір: фон — червоний; символ небезпеки, цифра та лінія — чорні. Верхня половина: символ небезпеки — полум'я над горизонтальною смугою. Нижня половина: у нижньому куті цифра 3.</p>	<p>концентрацією. 3.1 — ЛЗР з температурою спалаху нижче мінус 18°C. 3.2 — ЛЗР з температурою спалаху вище мінус 18°C.</p>
<p>КЛАС 4. Легкозаймісті тверді речовини (ЛЗТР). ПІДКЛАС 4.1. Легкозаймісті тверді речовини, само реактивні речовини і десенсибілізовані вибухові речовини</p>			
4.1		<p>Колір: фон — білий із сімома рівновіддаленими вертикальними червоними смугами; символ небезпеки, цифра та лінія — чорні. Верхня половина: символ небезпеки — полум'я над горизонтальною смугою. Нижня половина: у нижньому куті цифра 4.</p>	<p>Легкозаймісті тверді речовини характеризуються здатністю займатися під час короткочасного контакту з джерелом займання. Небезпеку становить не тільки полум'я, але й токсичні продукти горіння. Особливо небезпечні порохисті метали, так як застосування води або двоокису вуглецю може посилити горіння.</p>
<p>КЛАС 4. ПІДКЛАС 4.2 Речовини, здатні до самозаймання.</p>			
4.2		<p>Колір: фон: верхня половина — біла, нижня половина — червона; символ небезпеки, цифра та лінія — чорні. Верхня половина: символ небезпеки — полум'я над</p>	<p>Характеризуються можливістю самозаймання при контакті з киснем повітря (фосфор, жовтий, металоорганічні сполуки). Виникнення процесу горіння у разі</p>

		горизонтальною смугою. Нижня половина: у нижньому куті цифра 4.	руйнування транспортної тари уникнути практично неможливо. Під час горіння утворюються токсичні речовини.
КЛАС 4. ПІДКЛАС 4.3 Речовини, що виділяють легкозаймісті гази під час контакту з водою			
4.3		<p>Колір: фон — синій або блакитний; символ небезпеки, цифра та лінія — чорні або білі</p> <p>Верхня половина: символ небезпеки — полум'я над горизонтальною смугою.</p> <p>Нижня половина: у нижньому куті цифра 4.</p>	<p>Характеризуються високою активністю щодо води.</p> <p>Взаємодія з водою є причиною вибуху. У ході хімічної реакції утворюються займісті (горючі) гази. Більшість вантажів цього підкласу є горючими речовинами.</p> <p>Небезпека збільшується у випадку аварії поблизу водоймищ та річок, у дощову погоду або взимку.</p>
КЛАС 5. ПІДКЛАС 5.1 Речовини, що окислюють			
5.1		<p>Колір: фон — жовтий; символ небезпеки, цифра та лінія — чорні.</p> <p>Верхня половина: символ небезпеки — полум'я над колом.</p> <p>Нижня половина: у нижньому куті цифра 5.1.</p>	<p>Характеризуються здатністю спричинювати займання або підтримувати горіння інших матеріалів.</p>
КЛАС 5. ПІДКЛАС 5.2 Органічні пероксиди			
5.2		Колір: фон: верхня половина — червоний, нижня половина —	Характеризуються здатністю розкладатися при нагріванні з

		<p>жовтий; символ небезпеки, цифра та лінія — чорні або білі.</p> <p>Верхня половина: символ небезпеки — полум'я над горизонтальною смугою.</p> <p>Нижня половина: у нижньому куті цифра 5.2.</p>	<p>утворенням кисню (розкладання може стати причиною вибуху), що сприяє розвитку пожежі в умовах аварійної ситуації; утворювати з горючими речовинами суміші, які самозаймаються в момент їх утворення або займаються при наявності джерела займання;</p> <p>утворювати токсичні речовини в контакті з неорганічними речовинами.</p>
<b>КЛАС 6. ПІДКЛАС 6.1 Токсичні речовини</b>			
6.1		<p>Колір: фон — білий; символ небезпеки, цифра та лінія — чорні.</p> <p>Верхня половина: символ небезпеки — череп і перехрещені кістки.</p> <p>Нижня половина: у нижньому куті цифра 6.</p>	<p>Спричиняють отруєння та захворювання.</p> <p>Особливо небезпечними є леткі речовини, які можуть створювати небезпечні концентрації і призвести до отруєння на значній відстані. Більшість вантажів цього класу є горючими речовинами і під час горіння утворюють токсичні речовини.</p>
<b>КЛАС 6. ПІДКЛАС 6.2 Інфекційні речовини</b>			
6.2		<p>Колір: фон — білий; три півмісяці, накладені на коло.</p> <p>У нижній половині знака можуть бути</p>	<p>Ризик інфекцій.</p> <p>Можуть викликати серйозні хвороби у людей та тварин.</p> <p>Становлять небезпеку для</p>



		написи «ІНФЕКЦІЙНА РЕЧОВИНА» та «У ВИПАДКУ ПОШКОДЖЕННЯ АБО ВИТОКУ НЕГАЙНО ПОВІДОМИТИ ОРГАНИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я».	водного середовища або каналізаційної системи.
<b>КЛАС 7 Радіоактивні речовини (РР)</b>			
7А		Колір: фон — білий; символ небезпеки — трилісник.	Текст (обов'язковий) у нижній половині знака: «РАДИОАКТИВНО ВМІСТ... АКТИВНІСТЬ...». За словом «РАДИОАКТИВНО» повинна ставитись червона вертикальна смуга.
7В		Колір: верхня половина жовта з білою облямівкою, нижня — біла, символ небезпеки — трилісник.	Текст (обов'язковий) у нижній половині знака: «РАДИОАКТИВНО ВМІСТ... АКТИВНІСТЬ...».
<b>КЛАС 8. Їдкі або корозійні речовини. (КР) ПІДКЛАС 8.1 Кисла основа. ПІДКЛАС 8.2 Лужна основа</b>			
8		Колір: фон: верхня половина — білий, нижня половина — чорний з білою окантовкою; символ небезпеки та лінія — чорні, цифра — біла. Верхня половина: символ небезпеки — рідини, що виливаються з двох пробірок та	При безпосередньому контакті ці речовини спричиняють ушкодження живої тканини, а при витіканні або висипанні — пошкодження і руйнування вантажів та транспортних засобів.

		вважають метал і руку. Нижня половина: у нижньому куті цифра 8.	
<b>НЕБЕЗПЕКА КЛАСУ 9 Інші небезпечні речовини і вироби</b>			
9		Колір: фон — білий; символ небезпеки, цифра та лінія — чорні. Верхня половина: символ небезпеки — сім рівних вертикальних смуг, розташованих на однаковій відстані. Нижня половина: у нижньому куті підкреслена цифра 9.	До небезпечних вантажів класу 9 відносять речовини та вироби, які під час перевезення становлять небезпеку, що не характеризується іншими класами.

#### Табличка оранжевого кольору

Інформаційна табличка оранжевого кольору розміром 300 x 400 мм містить номер ООН та ідентифікаційний номер небезпеки (код системи інформації про небезпеку). Номер ООН вказується в нижній частині таблички, ідентифікаційний номер небезпеки — у верхній. Номер ООН — міжнародний номер за класифікацією Організації Об'єднаних Націй.

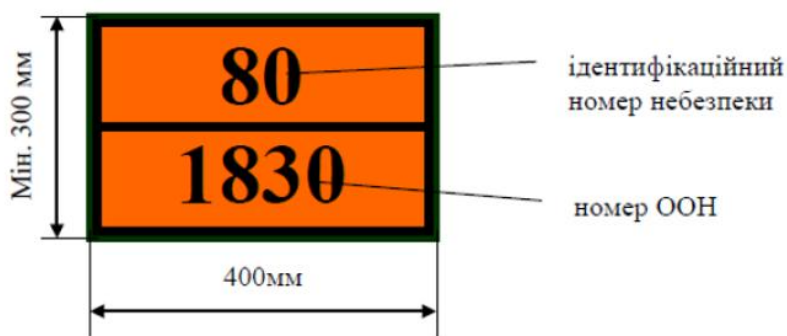


Рис. 4. Інформаційна табличка оранжевого кольору

Ідентифікаційний номер небезпеки складається з двох або трьох цифр. Цифри позначають наступні види небезпеки:

- 2 – виділення газу в результаті тиску або хімічної реакції;
- 3 – займистість рідин (парів) і газів або рідини, що самонагрівається;
- 4 – займистість твердих речовин або твердої речовини, що самонагрівається;
- 5 – окисний ефект (ефект інтенсифікації горіння);
- 6 – токсичність або небезпека інфекції;
- 7 – радіоактивність;
- 8 – корозійна активність;
- 9 – небезпека спонтанної бурхливої реакції.

Якщо для вказівки небезпеки, яка характерна для речовини, досить однієї цифри, після цієї цифри ставиться нуль.

Подвоєння цифри позначає посилення відповідного виду небезпеки. Якщо перед ідентифікаційним номером небезпеки стоїть буква “X”, то це означає, що дана речовина вступає в небезпечну реакцію з водою.

### **Номер ООН**

Порядковий номер класифікатора ООН, що надається небезпечному вантажу або групі подібних за властивостями небезпечних вантажів на основі Рекомендацій Комітету експертів Організації Об’єднаних Націй з перевезення небезпечних вантажів (документ ST/SG/AC.10/1 Rev.8).

### **Номер аварійної картки**

У разі перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом на вагони, вагони-цистерни, контейнери та контейнери-цистерни на білій таблиці наноситься номер аварійної картки, перед яким наводять літери «АК».

На картках у легко зрозумілій графічній формі зображено всі необхідні для прийняття першочергових рішень дані, як про саму речовину, так і про загальну та пожежну безпеку, небезпеку для здоров’я та при контакті з оточуючим середовищем. Також наведено міжнародні позначення на транспорті - квадрат небезпеки та індекс небезпеки товару, характеристики

отруйності, дані щодо розповсюдження отруйної хмари, засоби індивідуального захисту та стійкість матеріалів тари.

Перелічена інформація сприяє прийняттю адекватних рішень при виникненні аварій і пожеж з наявністю хімічно-небезпечних речовин.

У матеріалі експрес-інформації про небезпечні речовини з використанням міжнародних символічних позначень подаються такі дані:

- **назва:** назву речовини подано стандартизовану або загальноприйнятту, близьку до стандартизованої з урахуванням міжнародних стандартів;

- **хімічна формула:** показує хімічний склад і при можливості будову речовини;

- **агрегатний стан** (газоподібний, рідкий, твердий, перехідний).

Агрегатний стан наведено за звичайних умов ( $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Якщо температура топлення близька до  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , наводиться символ перехідного стану;

- **густина за повітрям** (легша за повітря, однакова з повітрям, важча за повітря). Ці дані дають інформацію про густину газу чи пари відносно повітря;

- **густина за водою** (легша води, однакова з водою, важча води). Ці дані дають інформацію про густину речовини відносно води;

- **розчинність у воді** (водорозчинна), речовини, що змішуються з водою; (обмежено розчинна), речовини, які тільки частково, або тільки через проміжок часу розчиняються у воді; (нерозчинна), речовини, які не розчиняються у воді;

- **загальна небезпека** (горюча), речовини, горючі за нормальних умов; (вибухонебезпечна), речовини, здатні вибухати, такі як різноманітні вибухівки, піротехнічні засоби, а також всі горючі гази або горюча пари рідин з температурою спалаху нижче  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; (радіоактивна), речовини, які є джерелом іонізуючого випромінювання;

- **небезпека при контакті з водою** (обережно з водою), речовини, які можуть за певних обставин давати небезпечні наслідки при контакті з водою (виділення тепла, розбризкування кислот, лугів тощо); (увага: ніякої води),

речовини, які при контакті з водою небезпечно реагують (вивільняються сильні отрути, займисті речовини тощо);

- **небезпека для здоров'я** (отруйна), речовини, які при контакті, вдиханні чи потрапленні в організм можуть викликати гостре чи хронічне отруєння або смерть; (їдка), речовини, які можуть пошкодити або роз'їдати живі тканини; (подразнююча), речовини, які при контакті зі шкірою або слизовими оболонками можуть викликати запалення;

- **шкідлива для здоров'я**, речовини, які можуть викликати ушкодження здоров'я;

- **проникна**, речовини, які можуть проникати в організм безпосередньо крізь шкіру.

**Квадрат небезпеки:** це система для моментальної оцінки ситуації після аварії з небезпечними товарами. В чотирьох полях вказуються три головні види небезпеки і особливі примітки.

Інтенсивність (ступінь) небезпеки позначається цифрами від 0 до 4.

Цифра 4 відповідає найвищій небезпеці, цифра 0 - найнижчій небезпеці.

Квадрат небезпеки призначений для швидкої оцінки небезпеки, що виникла в результаті аварії з небезпечними речовинами. В чотирьох полях квадрату вказуються три головні види небезпеки і додаткова інформація:

- **небезпека для здоров'я:** ліве поле (голубе);
- **пожежна небезпека:** верхнє поле (червоне);
- **небезпека хімічної реакції:** праве поле (жовте);
- **особливі примітки:** нижнє поле (біле).

**IMDG: (IMDG - Code)** міжнародний код для перевезення та супроводження небезпечних товарів морським шляхом. Наведений номер посилає до відповідної пам'ятки про речовину.

**HAZ:** код небезпечних хімікатів (Hazchen - code) - міжнародний код, введений для відповідних служб як керівництво до дій на місці аварії. **Код дає термінову інформацію про:**

- тип засобу гасіння пожежі;
- можливість зниження небезпеки шляхом розведення речовини водою, обваловуванням, нейтралізацією;
- дії щодо захисту ліквідаторів аварії;
- евакуацію населення.

**КН:** клас небезпеки визначає отруйність речовини за ГОСТ 12.1.007-76 (СРСР) і має чотири значення:

- 1-й** - речовини надзвичайно небезпечні;
- 2-й** - речовини високонебезпечні;
- 3-й** - речовини помірнонебезпечні;
- 4-й** - речовини малонебезпечні.

**ГДК:** наведено гранично допустиму концентрацію у повітрі робочої зони.

**ЛД:** середня летальна доза (ЛД50), що викликає смерть у 50 % піддослідних тварин (перорально), мг/кг маси тіла. Для газуватих речовин замість ЛД50 наведено ЛК50 (середня летальна концентрація), мг/л повітря;

**КХ:** коефіцієнт за хлором.

**Стійкість тари (нижній рядок):** наведено матеріали, які стійкі до даної речовини при контакті до 120 годин при температурі 20 °С. Відсутність матеріалу у списку не означає, що виключена можливість його використання. Це лише означає, що для цих речовин в зв'язку з недостатніми літературними даними неможливо зробити висновок про стійкість матеріалу.

Під назвою “поліетилен” мається на увазі поліетилен високого тиску. Під назвою “гума” треба розуміти природний каучук. Слід пам'ятати, що наведені дані про стійкість матеріалу можна розглядати лише як необов'язкову додаткову інформацію.

## **Тема 2.6. Відбір проб небезпечних речовин.**

### **План**

1. Організація дій з відбору проб на місці події.
2. Здійснення відбору проб.
3. Закінчення процедури відбору проб.

### **1. Організація дій з відбору проб на місці події.**

Увесь процес відбору проб можна теоретично поділити на сім послідовних етапів:

1. Попередній огляд та аналіз місця відбору проб.
2. Позначення точок пробовідбору.
3. Визначення пріоритетності цих точок.
4. Підготовка матеріалів для проведення відбору проб.
5. Відбір визначених проб.
6. Пакування відібраних проб, їх маркування і документування.
7. Деконтамінація пакування/ємності з пробами та їх транспортування до визначеної лабораторії.

Перед початком пробовідбору важливо пам'ятати, що місце інциденту може бути потенційним місцем злочину. Щоб уникнути критичних пошкоджень потенційних речових доказів, рекомендовано проводити будь-які операції зі збору зразків у співпраці або в координації з представниками/цями правоохоронних органів, які володіють інформацією щодо процедур, які має пройти відповідний зразок, щоб встановити ланцюг відповідальності та остаточної ідентифікації речовини (агенту).

Перед початком відбору проб потрібно попередити заздалегідь обрану лабораторію про майбутнє транспортування до неї зразка.

Для узгодження спеціальних вимог щодо взятих зразків (кількість, тип, максимальна кількість зразка тощо) рекомендовано підтримувати пряму лінію зв'язку з відповідальною лабораторією.

### ***Попередній огляд та аналіз місця відбору проб***

Рішення про необхідність застосування одного або декількох типів пробовідбору та відповідне визначення точок відбору проб приймається після аналізу конкретного інциденту. Для цього потрібно, зокрема, проаналізувати тип забруднення.

Видиме забруднення. У разі видимого забруднення треба проводити відбір конкретної проби/проб речовини, яка змішана із будь-яким іншим матеріалом з місця відбору проб.

Невидиме забруднення. У разі відсутності видимого забруднення у проби може потрапляти будь-яка частина місця, що вважається потенційним піддавачем до небезпечних речовин. Невидиме забруднення можна пов'язувати з відомими або невідомими речовинами.

Рекомендується для всіх видів аналізу брати неспецифічні речовини/небезпечні матеріали на основі досвіду або даних про інцидент, який описано вище (наприклад, хімічні речовини, які можуть корозійно діяти або пошкоджувати зовнішні частини приміщень).

Засоби відбору проб. У разі попереднього скрінінгу необхідно використовувати інструменти для диференціальної хімічної діагностики, а також методи, інструменти й обладнання для відбору проб.

### ***Позначення точок пробовідбору та визначення їх пріоритетності***

Можливості для проведення попереднього скрінінгу безпосередньо залежать від оснащення підсобних матеріалів та ресурсів (портативні газоаналізатори, рН-метри, дифракційні прилади) та від пріоритетності точок для відбору проби.

Зазвичай кожній точці пробовідбору присвоюється пріоритетна відмітка шляхом позначення цифрами.

Точки відбору проб і зразків мають бути обрані так, щоб мати найкращі шанси на виявлення та ідентифікацію небезпечної речовини. Кількість і послідовність відбору проб і зразків визначає керівник/чи група з відбору проб.



Рекомендується також проводити фотозйомки визначених точок для відбору зразків. Найбільш інформативними будуть такі фотографії:

### **1. Фотографії прибуття на місце події:**

Для закритого простору: фотографії інциденту в точці входу, наприклад, через відчинені двері або всередині дверного отвору.

Для відкритого простору: фотографії, що охоплюють максимальну частину місця події.

### **2. Фотографії навколо місця події:**

Для закритого простору: фотографувати приміщення з кожного з його кутів, по декілька фотографій з кожного кута. Сфотографувати приміщення з його центру, охоплюючи увесь периметр стін.

Для відкритого простору: фотографувати місце події з чотирьох точок поділу компаса, аби отримати уявлення про цей інцидент з усіх можливих напрямків.

**3. Фотографії точок відбору проб:** фотографувати кожен відмічену точку відбору проб під одним і тим самим кутом з різної відстані:

Далеко (для загального виду) — максимальна далека фотографія, на якій точка відбору проб ще ідентифікується;

Середня відстань (для розуміння розташування в просторі) — половина дистанції між загальною точкою відбору та максимальним радіусом охоплення;

Близько (для фіксації деталей) — заповнення точкою відбору проб усього екрану/об'єктива камери;

Близько з використанням вимірювальної шкали (якщо така є) — дублює умови, описані вище. Розташувати шкалу потрібно так, щоб вона не торкалася об'єкта чи зразка матеріалу та не перекривала його.

**4. Фотографії виходу з місця події (для фіксації ситуації після відбору зразків):**

Для закритого простору: фотографії інциденту в точці виходу, наприклад, через відчинені двері або всередині дверного отвору;

Для відкритого простору: фотографії, що охоплюють максимальну частину місця події.

Не рекомендується фіксувати місце події на фото перед тим, як відбирати проби, групи змінювань або розміщувати на ньому нове.

### **Важливо!**

Залежно від ситуації та в разі необхідності керівників підрозділу РХБЗ (радіаційний, хімічний, біологічний захист) застосовують додаткові заходи (наприклад, індивідуальні засоби захисту) в зоні з викидом небезпечних речовин (наприклад, гарячі зони) та розпочинають розслідування.

### ***Підготовка комплекту засобів для відбору проб***

Рекомендується, щоб засоби/матеріали для пробовідбору були попередньо підготовлені та згруповані відповідно до типів потенційного зразка (грунт, рідини, рослинність тощо). Перелік відповідних матеріалів має відповідати стандартній рекомендації щодо методів відбору різних типів зразків.

У такому випадку команда з відбору проб не буде гаяти час на добір конкретних необхідних засобів пробовідбору і зможе оперативно та якісно виконувати завдання.

## **2. Здійснення відбору проб**

У цьому розділі описано покрокові рекомендації щодо процедури відбору проб різних типів речовин, а також рекомендовані переліки засобів (матеріалів) для відбору кожного відповідного типу проб.

### ***Проби води та інших рідких речовин***

Перед початком процедури відбору проб води або інших рідин рекомендується, за можливості, тричі промити всі матеріали, які можуть контактувати з пробою, тією самою водою (або рідиною), що відбирається.

У разі відбору проб води для виявлення можливого забруднення природних водойм (річок, озер, ставків тощо) відбір проб здійснюють в кількох місцях, з урахуванням характеру забруднення. Проби у природних

водоймах забирають з найбільш віддаленої точки забруднення, або у випадку річки – у напрямку водотоку, на відстані 150-200 м від місця інциденту, для точності. Якщо це неможливо, відбирають проби на глибині до 1 м нижче поверхні води. Для невеликих водойм проби беруть на відстані від берегової лінії у найбільш глибокому місці.

Визначення глибини відбору зразка залежить від попереднього аналізу (визначення джерела забруднення). Проби у водоймах повинні бути підняті з поверхні води на відстані 30-50 см від дна. Будь-які плями або протікання на поверхні води рекомендується відбирати відповідно до інструкцій до типу зразка В03.

#### *Загальна проба води*

Для відбору загальної проби води потрібно підготувати скляні пляшки об'ємом 500 мл. За необхідності їх слід попередньо ополоснути зразком води. Почергово, після кожного ополіскування, потрібно заповнити пляшку. Після цього закоркуйте пляшку і відповідно її маркуйте.

Якщо вода з великого джерела, зразки слід відібрати з глибини та біля берегової лінії.

#### *Проби води з глибини*

Відбір таких проб здійснюється за допомогою спеціального пристрою для відбору води із встановленої глибини.

Моделей таких пристроїв багато. Зазвичай вони складаються з декількох частин: з пляшки об'ємом приблизно 250 мл, пристрою із затискачем і грузиком для закріплення пляшки, а також вертушки мотузки для її опускання. Один кінець мотузки використовується для занурення пляшки, другий — для витягування після занурення, дозволяючи рідини наповнювати пляшку на потрібній глибині. Щоб перевірити отриману глибину, рекомендується зробити позначки на мотузці для оцінки глибини, рекомендованої до 5 метрів.

Для глибоководних проб використовують пляшки об'ємом 500 мл. Процедуру відбору проб з глибини повторюють доти, доки кожна пляшка

об'ємом 500 мл не переповниться. При досягненні глибини відбору пляшки наповнюються додатковою 100 мл води, яка відбирається для вимірювання температури та рН.

Використовуйте термометр, щоб виміряти температуру повітря та води. Як водні вимірювання, так і температурні показники записуються в супровідній формі (якщо така є).

*Рідкі проби (поверхневі водні плівки, рідина калюж і т. д.)*

Проби рідини, що є в невеликих кількостях, наприклад, калюжі або рідкі покрови, плівки рідини на різних поверхнях, рідкі пасти можуть бути відібрані за допомогою шприца, піпетки або совка і поміщені в скляну пляшку об'ємом 100 мл.

За допомогою піпетки зазвичай відбирають зразки речовин, які є в дуже малому об'ємі. Набравши такі речовини в піпетку, їхні кінці треба злегка занурити в зразок за допомогою капілярних сил. Після цього піпетку потрібно наповнити рідиною майже до горловини скляної пляшки. Пляшку треба закоркувати.

Використовуйте термометр, щоб виміряти температуру повітря та проб (за можливості), рН зразка записується, використовуючи індикаторну паперу. Усі значення треба записати в супровідній формі (якщо така є).

***Проби твердих речовин***

У цьому підрозділі описано відбір проб твердих речовин (порошків, паст, ґрунту) для проведення аналізу та ідентифікації хімічних речовин.

*Проби порошоків і гранул*

Зразки порошоків або гранул відбирають згідно з процедурою, описаною нижче, для типу зразка T01. При відборі таких проб треба приготувати спеціальні ложки, призначені для збирання твердих частинок. Після відбору кожної проби треба її фіксувати. Якщо порошок покритий шаром зразка, наприклад на великій площі, перед відбором його бажано згрібти довгим або широким шпателем. Для дрібніших порцій зразка використовуйте шпатель для зразкових площ.

Порошок або гранули збирають, насипаючи їх у відповідні скляні контейнери або пляшки. Зразок повинен бути заповнений приблизно на 10–20 мл (приблизно 5 ложок).

Проби треба запакувати у скляну пляшку об'ємом 100 мл. Більші зразки порошоків потрібно упаковувати в скляну пляшку об'ємом 500 мл.

#### *Проби паст*

Зразки пастоподібних речовин відбирають згідно з процедурою, описаною нижче для типу зразка T02. Якщо речовина, яку необхідно відібрати, достатньо рідка (наприклад, це тонкий рідкий шар), то рекомендовано дотримуватися інструкцій для відбору проб типу B03 (рідкі зразки з поверхонь чи калюж).

Відбирання проб паст рекомендується відбирати 5–10 мл речовини за допомогою пластикового шпателя (приблизно 1/2 довжини шпателя) і помістити у скляну пляшку об'ємом 100 мл. Якщо паста дуже в'язка, дозволяється помістити в скляну пляшку разом з лезом шпателя. В такому випадку може знадобитися більша ємність об'ємом 250 або 500 мл. Шпатель необхідно помістити повністю, не ламати його і не різати.

#### *Проби ґрунту та снігу*

Перед початком відбору проб ґрунту та снігу необхідно виміряти і розмітити площу поверхні розміром 10x10 см за допомогою рулетки.

З визначеної ділянки поверхневого покриття відкопати матеріал проб за допомогою лопатки або совка, заглиблюючись на 2 см. Відібраний ґрунт або сніг треба засипати в скляну пляшку об'ємом 250 мл за допомогою лійки для змішування речовин і герметизувати пляшку.

Рекомендується виміряти температуру снігу/ґрунту, а також температуру повітря за допомогою термометра. Додатково можна використовувати вологовмісну сумку чи індикаторну паперу. Усі значення треба записати в супровідній формі (якщо така є).

#### *Проби з твердих поверхонь (мазки)*

Для відбору проби (мазка) речовини з твердої поверхні потрібно спочатку виміряти рулеткою та позначити на цій поверхні площу розміром 20x20 см, яка стане точкою відбору проби.

Спочатку спробуйте відібрати пробу сухим паперовим фільтром, проводячи ним по забрудненій поверхні в рамках відміченого квадрата. Якщо речовина, яку необхідно відібрати, прилипає до поверхні або залишається на ній, треба використати розчинник. У такому випадку паперовий фільтр спочатку змочують розчинником, потім проводять ним по виділеній забрудненій поверхні, як описано вище.

Розчинником може бути дистильована вода, етанол і метанол. Якщо неможливо відібрати, наприклад, невидиму речовину взяти для проби, його з використанням етанолу, а в другу – з дистильованою водою. Такі проби треба відбирати в різних точках на позначеному раніше квадраті.

Після відбору проби використаний фільтр складають забрудненим боком всередину та поміщають у скляну пляшку об'ємом 100 мл.

Окрім фільтру, рекомендується виміряти температуру повітря на поверхні, а також рН на поверхні за допомогою зовнішнього індикаторного паперу. Усі параметри треба фіксувати в супровідній формі (якщо така є).

### ***Проби газів і летких речовин***

Проби газів і летких речовин відбирають за допомогою спеціалізованої ручної помпи та сорбційних трубок. За допомогою помпи через трубки протягується визначений об'єм повітря, заповнений так чи інакше речовинами в певній концентрації.

При використанні ручної помпи рекомендується звертати увагу на таке.

Помпу потрібно перевірити перед відбором проб. Для цього помістіть закриту трубку у правильний потік повітря, повільно стисніть сильфон і повільно випустіть. Після зменшення сильфону помпи залишається в одному положенні протягом хвилини. Якщо сильфон розширюється, помпу треба ремонтувати відповідно до інструкції з експлуатації.

Необхідно розрахувати потужність можливих зразків. Для цього стисніть сильфон помпи і відтворіть відбір речовини у визначене положення.

Обладнання для відбору проб зазвичай містить два типи сорбційних трубок з різними речовинами:

Силікагелеві трубки. Трубки із силікагелем підходять для взяття проб метанолу, етанолу, фенолу, аміаку та інших органічних летких речовин. Їх можна використовувати для проб багатьох органічних речовин.

Вуглецеві трубки. Ці трубки використовують для проб з іншими леткими речовинами, особливо при роботі з неорганічними газоподібними речовинами.

Треба зазначити, що сорбційна трубка вміщує знімні зразки, які не можна точно визначити без подальшого хімічного аналізу на місці. Сорбційні трубки бувають одноразовими і їх не можна повторно використовувати.

Тому рекомендується дотримуватися правил для відбору проб від трубок кожного типу по 1 зразку, тримаючи трубку над зразковим матеріалом або у вертикальному положенні.

Якщо на зразок не впливає вертикальне положення (скажімо, газоподібні матеріали, що спричиняють небезпеку), відбір проб можна здійснити горизонтально.

### *Проби рослинності*

Для проб рослин збирають листя із зовнішніх частин дерев, кущів, або інших видів рослинності. Листя обрізають за допомогою секатора/ножиць, де це можливо, та упаковують в пакет для зразків. Рекомендовано наповнити листям пакет об'ємом не менше 2 літрів.

Щоб уникнути перехресного забруднення, необхідно вивернути пакет для проби та помістити всередину руку(-и). Так потрібно зібрати й зразок листя для проби, потім повернути пакет у вихідне положення та закрити. Якщо проба є гострішою або колючою, всі можуть проводити етапи, необхідно мати з собою додатковий пакет для проб, або використовувати скляну пляшку ємністю для відбору рослинності.

### **3. Закінчення процедури відбору проб.**

Процедура відбору проб має закінчуватися їх правильним пакуванням, маркуванням та документальним оформленням із зазначенням інформації, яка може бути критично важливою для отримання коректних результатів дослідження.

#### ***Пакування відібраних проб та їх маркування***

Пакування кожної проби це:

- первинне пакування/ємність, у яке безпосередньо відбувається відбір проб;
- щільне герметичне пакування для зневаження, яке непрopusкне для рідин та дає змогу провести спеціальне оброблення проб;
- вторинне чисте пакування, яке поміщається проби після проведення дезактивації.

Бажано, щоб вимоги до пакування конкретних типів проб були уніфікованими. Первинний контейнер треба обрати залежно від типу зразка, який планується відібрати (грунт, вода, рослинність тощо).

Окремі пакування для проб мають бути марковані вручну лабораторним маркером. У разі наявності попередньо надрукованих/нанесених етикеток, їх необхідно заповнити відповідною інформацією та наклеїти на пакування проби.

Бажано, щоб етикетки маркування зразка відображали повний порядковий номер, у разі якщо точка забору вказана, зазначали особу, яка здійснила відбір, географічну точку, дату та час відбору.

#### ***Спеціальне оброблення (деконтамінація) відібраних проб***

Деконтамінація відібраної проби слід проводити відповідно до конкретних умов для відповідного типу забруднення.

Правильно проведена спеціальна обробка проби критично важлива для захисту осіб, які будуть її аналізувати, а також середовища тестування, від потенційної небезпеки. Саме тому контейнери, що вміщують відібрані зразки, мають бути ретельно очищені зовні, аби запобігти потраплянню забруднень.



Спеціальну обробку заляпканих проб рекомендуємо проводити теплій зоні (на кордоні між забрудненою та чистою зоною).

У разі критичного забруднення маскою деконтамінація виконується спеціальні обробки з дезактивації відповідно до можливостей конкретного обладнання. Спеціальна обробка залежить від наявного матеріального забезпечення та типу речовин.

#### *Метод занурення*

Для проведення деконтамінації методом занурення зразок в супровідній формі (якщо така є) потрібно повністю занурити в ємність з розчином для деконтамінації. Залежно від речовини, після занурення зразок виймають, дають рідині стекти, а потім заново занурюють для повторної обробки.

#### *Метод розпилення*

Для проведення деконтамінації методом розпилення пробу в супровідній формі потрібно помістити вертикально і ретельно розпилити деконтамінаційний розчин. Після цього пробу потрібно обережно висушити.

#### *Метод протирання*

Для проведення деконтамінації методом протирання упаковка або інші поверхні забруднених елементів витираються за допомогою спеціальних протиральних засобів.

Після достатнього для очищення часу, проби висушують й упаковують у вторинне пакування в чистій зоні.

#### *Документальне оформлення проб*

Повне, правильне оформлення та детально заповнені супровідні документи до відібраних проб дуже важливі для отримання якісних результатів дослідження.

Рекомендується вести журнал відбору проб із зазначенням усіх їх параметрів для уніфікації. Для зручності введення результатів у протоколи для подальшого аналізу або розгляду, результати кожної проби мають бути чітко вказані у супровідній формі.

Перелік супровідної документації до проби зазвичай складається із:

- Перенумерованої форми;
- Супровідної форми для кожної проби (із вказанням, якщо є декілька місць відбору);
- Назви/виду відбору проби;
- Опису місця відбору проби (якщо на етикетці місце відбору).

#### *Супровідна форма до проби*

Супровідна форма до проби є першим описовим документом, у якому зазначаються загальні дані про пробу:

- номер проби;
- тип/назва відібраної проби;
- дата та час відбору проби;
- опис місця відбору проби;
- географічне місце відбору (з вказівкою GPS координат і вимірів).

Крім цих даних, додатково можна писати лабораторні умови та параметри, використані під час відбору. Усі ці дані мають бути внесені у форматі звіту.

#### *Протокол відбору проби*

Протокол відбору проби є детальним документом, який заповнюється після закінчення процедури відбору проби, висушу гля узгодження і розгляду зон та деконтамінації.

У протоколі треба зазначити дату і час відбору проби, його номер, а також змогу детально описати метод відбору проб і повну схему/шлях, який використовували для проведення відбору проб. Рекомендується додати план місця, де проводили збір проб, а також детально описувати сам зразок, узагальнену інформацію, яку можна отримати під час оглядового аналізу: опис кольору, консистенції, запаху, (не)прозорості тощо.

У протоколі треба зафіксувати основні метеорологічні показники на час відбору проби і інші дані, які можна вивчити портативними аналітичними приладами, такими як переносні машини радіаційної та хімічної розвідки. Зазвичай, фіксується температура повітря, температура ґрунту, вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру, температура води та інші умови в залежності від ситуації.

Протокол також передбачає графі для складання схематичного плану місця пробовідбору і позначення на ньому конкретної точки відбору проби.

Важливо також інформацію щодо проведеної деконтамінації, у разі виявлення під конкретний зразок протоколу, записати зазначені всі лабораторні дані для фіксації методу відбору проби і також узгоджений графік під час лабораторного огляду.

#### *План-схема відбору проб*

Орієнтовний план відбору проб рекомендовано складати в разі, якщо на місці події відбирається декілька проб відразу.

Цей документ відображає план місця події і проведення зразкової відбору план-схеми відбору зразка і ілюструє можливий шлях зони точок пробовідбору. Для зручності та інформативності необхідно вказати взаємні точки конкретної обробки для узгодження та відповідно до можливостей відбору та точок пробовідбору.

#### *Акт приймання та передачі проби*

Акт приймання та передачі зразка проби зазвичай оформлюється у вигляді списку та службових актів і даних групи, яким продовжується відбір на контроль місця події.

В акті зазначаються інші результати і також можливість передачі зразків іншому учаснику або офіцеру, який передає або отримує проби згідно із планом або протоколом відбору проби та зазначених дій, або за іншим можливим шляхом.

## **Тема 2.7. Біологічні агенти. Характеристика, властивості, небезпека**

### **План**

1. Загальна характеристика. Біологічна небезпека природного походження.
2. Небезпека сучасних біотехнологічних виробництв.
3. Біотероризм

### **1. Загальна характеристика джерел біологічної небезпеки. Біологічна небезпека природного походження.**

Живий світ дуже різноманітний. Але є одна загальна дуже важлива властивість усіх живих істот – це їх клітинна будова.

Клітина – це найменша форма організованої живої матерії, здатна у середовищі та умовах, які підходять для неї, існувати самостійно. Клітинну будову живих об'єктів відкрив англієць Роберт Гук у 1665 р.

Рослини, тварини, люди є багатоклітинними, а мікроорганізми, як правило, істоти одноклітинні. Між різними живими істотами іде постійна боротьба. У цій боротьбі людина не завжди виходить переможцем.

Носіями, або субстратами, біологічних небезпек є всі середовища життя (повітря, вода, ґрунт), рослинний і тваринний світ, самі люди, штучний світ, створений людиною та інші об'єкти.

Біологічні небезпеки можуть справляти на людину різну дію – механічну, хімічну, біологічну та ін. Наслідком біологічних небезпек є різні хвороби, травми різної важкості, у тому числі смертельні. Виходячи з принципу доцільності, домінуючого у природі, можна стверджувати, що всі живі істоти виконують певну призначену їм роль. Але по відношенню до людини деякі з них є небезпеками.

**Знання біологічних небезпек** – це одна з умов успішного захисту людини від небезпек взагалі та біологічних, зокрема. У кожній групі живих істот розрізняють кілька типів, що поділяються на зағони; в зағонах – кілька

класів; у кожному класі – кілька порядків; останні поділяються на родини, що складаються з рядів, а ряди поділяються на види.

Мікроорганізми – це найменші, здебільшого одноклітинні істоти, яких можна побачити тільки у мікроскоп, характеризуються величезною різноманітністю видів, здатних існувати у різних умовах. Мікроорганізми виконують корисну роль у круговороті речовин у природі, використовуються у харчовій та мікробіологічній промисловості, при виробництві пива, вин, ліків.

**Мікроплазми** – це вид мікроорганізмів, що мешкають у водоймищах, гної. Патогенні мікроплазми викликають хвороби людини (пневмонію), тварин (запалення легенів), розлади.

**Бацили (від лат. *Bacilium*)** – це бактерії що мають вигляд паличок, які утворюють внутрішньоклітинні спори.

Види мікроорганізмів. Серед патогенних мікроорганізмів розрізняють бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, найпростіші.

Найпростіші складаються із однієї клітини. Частіше всього вони мешкають у водоймищах. Приклади найпростіших тварин: амеба, радіолярія, грегарина, евглена, трипаносома, міксоспоридія, парамеція.

**Трипаносоми** мають розмір 12 – 100 мкм, є паразитами крові й тканин людини та хребетних тварин. Переносники – кровосисні комахи (муха цеце).

**Евглена** – водиться переважно у мілких прісних водоймищах, часто викликає «цвітіння води».

**Бактерії** – типові представники мікроорганізмів. Бактерії, що мають форму правильних кульок, називають *коками*. Групи коків називають *стафілококами* або *стрептококами*. До коків відносять збудників різних інфекційних хвороб.

Бактеріальними захворюваннями є *чума, туберкульоз, холера, правець, проказа, дизентерія, менінгіт* та ін. Від чуми в середні віки загинули десятки мільйонів людей. Ця хвороба наводила на людей панічний жах. Вважається, що у ХХ ст. небезпека чуми зникла.

Туберкульозні бактерії відкрив Р. Кох у 1882 р., але повністю ця хвороба не переможена. Холера в Європу занесена у 1816 р., до 1917 р. в Росії холерою перехворіло більше 5 млн людей, половина з яких померла. Зараз випадки холери рідкі.

**Віруси** (від лат. virus–яд) – найдрібніші неклітинні частинки, що складаються із нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК) та білкової оболонки (кансиду). Мають вигляд палички, сферичні тощо. Розмір від 20 до 300 нм і більше.

Вірусними захворюваннями є віспа, сказ, грип, енцефаліт, кір, свинка, краснуха, гепатит та ін. Давні рукописи донесли до нас описи страшних епідемій віспи, у яких загинуло до 40 % хворих. Англієць Едвард Дженнер у 1796 р. запропонував свій метод вакцинації, поклавши тим самим початок боротьби з цією недугою. Але тільки у 1980 р. ВОЗ заявила про те, що віспа переможена. Тепер дітям, що народилися після 1980 р. не роблять щеплення віспи.

**Сказ** – смертельна хвороба людини і тварин, відома з глибокої давнини. Найчастіше сказ вражає собак. Хворіють на сказ також вовки, кішки, щурі, ворони та інші тварини.

Щеплення – єдиний надійний засіб проти сказу. Перше щеплення проти сказу було зроблене Луї Пастером у 1885 р. Дитина, сильно покусана скаженою собакою, не захворіла. Людину, що захворіла на сказ, вилікувати неможливо. Прихований (інкубаційний) період хвороби тягнеться від 8 днів до року. Тому при будь-якому укусі тварини необхідно звертатися до лікаря.

У 1981 р. у Сан-Франциско (США) були виявлені люди, хворі незвичайними формами запалення легенів та пухлин. Захворювання закінчувалося смертю. Як виявилось, у цих хворих був різко послаблений імунітет (захисні властивості) організму.

Ці люди стали гинути від мікробів, які викликають у звичайних умовах тільки легке нездужання. Хворобу назвали СНІД-синдромом набутого імунодефіциту.

Віруси СНіду передаються під час переливання крові, нестерильними шприцями, статевим шляхом, а також при вигодовуванні дитини грудним молоком. Перші півроку-рік, а іноді і протягом кількох років після зараження у людини не помітно ніяких ознак хвороби, але вона є джерелом вірусу і може заразити людей навколо себе. До цього часу ліків проти СНіДу не знайдено. Снід називають «чумою ХХ сторіччя».

Епідемія грипу описана Гіппократом ще у 412 р. до н.е. У ХХ ст. були відмічені 3 пандемії грипу. У січні 1918 р. в Іспанії з'явилися повідомлення про епідемії грипу, які отримали назву «іспанка». «Іспанка» обійшла весь світ, заразивши близько 1,5 млрд людей (проминула лише кілька загублених в океані острівків) і забрала 20 млн життів – більше, ніж перша світова війна.

У 1957 р. близько 1 млрд людей захворіли «азіатським грипом», загинуло більше 1 млн людей. У 1968-1969 р. на планеті Земля лютував «гонконгський грип». Кількість епідемій грипу, як не дивно, з кожним сторіччям зростає: у ХV було 4 епідемії, у ХVІІ – 7, у ХІХ – аж 45.

Чому до цього часу немає надійних щеплень проти грипу? Виявляється, що вірус грипу дуже швидко змінюється. Не встигли лікарі створити вакцину проти однієї форми грипу, як збудник хвороби з'являється вже в новому вигляді.

Фізик Тиндаль довів, що мікроби у рідинах гинуть після кількох повторних кип'ятінь. Усі методи знищення мікробів під впливом високої температури мають загальну назву – стерилізація. Часткова стерилізація молока нагріванням до 60 0С протягом 30 хв називається пастеризацією.

Для уловлювання мікробів із рідин та газів застосовують спеціальні фільтри, що мають дуже мілкі пори.

**Гриби** – відокремлена група нижчих рослин, що позбавлені хлорофілу і живляться готовими органічними речовинами. Існує більше 100 тисяч видів грибів. Від бактерій гриби відрізняє наявність ядра у клітині. Патогенні гриби викликають хвороби рослин, тварин та людини.

**Мікози (від грец. *mykes* – гриб)** – хвороби лю-ди-ни та тварин, що викликаються паразитичними грибами. Токсичні гриби викликають харчові отруєння людини й тварин, які називаються мікотоксикозами.

Найотрутіший гриб на світі – бліда поганка. Отрута блідої поганки не руйнується ні при кип'ятінні, ні при жаренні. Цей гриб є смертельною небезпекою для людини. Людина може отруїтися червоним мухомором, але смертельні наслідки рідкі. Майже кожний їстівний гриб має свого неїстівного або отруйного двійника. Це являє небезпеку для недосвідченого грибника.

### **Отрути тваринного походження**

На земній кулі нараховується біля 5 тис. видів отруйних тварин. Їх отруйність позв'язують з процесом еволюційного розвитку.

За походженням токсинів усі отруйні тварини поділяють на первинно- та вторинно отруйні. Первинно отруйні тварини самі виробляють отруту, а вторинно отруйні накопичують токсичні речовини, які проникають в організм з їжею та водою. Тварини, що мають органи, за допомогою яких вони виробляють отруту в спеціальних залозах, вважають активно отруйними, інших, які мають в організмі отруйні речовини в печінці, крові, статевих залозах та інших тканинах - пасивно отруйними. Отрути тваринного походження викликають різні ураження, механізми їх токсичної дії поки що вивчені недостатньо.

**Отрути медуз.** У водах, які омивають континенти, зустрічаються отруйні медузи. Хімічна структура отрути не встановлена, але відомо, що вона дуже стійка, роками зберігається в мертвих медузах і не руйнується навіть при довгому кип'ятінні.

Після контакту з медузами через декілька секунд, виникає пекучий біль, який через 2-3 хв. стає нестерпним, людина втрачає свідомість і тоне. В більш легких випадках відчувається опік, як від кропиви, з розвитком еритеми і пухирів, які тримаються 2-6 днів.



## Українські медузи

В акваторії Чорного моря зустрічається 3 види медуз. Вони поширені в будь-якій курортній зоні. Варто запам'ятати по фото, як вони виглядають, які з цих трьох видів небезпечні для туристів.

### Аурелія

Її легко впізнати по специфічному малюнку – це 4 симетричні дуги. Прямої загрози для людей від контакту з аурелією немає, оскільки її отрута не здатна залишити опік на шкірі. Але вона сильно обпікає слизові оболонки. Наприклад, очі. Тож не варто підпливати дуже близько до медузи, а дітям варто заборонити торкатися її у воді. Якщо потім потерти рукою рот чи очі, то опіки неминучі.

### Мнеміопсис (або гребневики-загарбники)

Її вважають найменшою медузою в Чорному морі. Гребневик не має жал та щупальців. Мнеміопсис у довжину сягає не більше 10 см. Цікаво, що гребневик має здатність до біоломінесценції, то світиться у воді. У серпні, коли гребневиків дуже багато в воді, вночі Чорне море може світитися. За словами вчених, мнеміопсиси – це не медузи, хоча й дуже схожі ззовні. Ніякої загрози для людей вони не становляться.

### Як захиститися від медузи

Потрібно уникати прямого контакту. Якщо медуза коренерот підпливла до вас дуже близько, то можна взяти медузу за парасольку (верхня частина тіла) і обережно, не торкаючись щупальців, відпихнути від себе. Якщо ви знайшли медузу на пляжі, то не варто брати її руками.

### Що відбувається, коли жалить медуза:

- опіки на шкірі;
- нудота, рвота, головний біль;
- судоми, оніміння частини тіла, м'язові спазми;
- діарея.

### У деяких випадках можливі важкі прояви:

- ускладнене дихання, запаморочення;

- підвищення температури тіла;
- прискорене/уповільнене серцебиття;
- біль, який не минає самостійно;
- набряки в зоні контакту з медузою.

Як діяти, якщо вас ужалила медуза:

- у жодному випадку не торкайтеся місця опіку голими руками – залишки щупальців (клітин) медузи досі на вашій шкірі, тому ви отримаєте нові опіки. Для очищення рани використовуйте гумові перчатки, серветки, щипці;

- ретельно промийте рану морською водою;
- якщо є можливість, то прикладіть до шкіри лід;
- очищену шкіру потрібно обробити ватою чи бинтом, змочені в нашатирному спирті. Речовина нейтралізує отруту медузи;

- у подальші декілька днів потрібно знімати зуд та запалення. На перший період допоможе спрей «Пантенол». Гарно знімають зуд, набряки популярні креми та гелі від укусів комах – це «Псило-бальзам», «Феністил-гель», «Алое Вера».

Якщо є ризик виникнення серйозних ускладнень, варто додатково звернутися до лікарні. Не ігноруйте огляд спеціалістом у випадку, коли медуза вжалила дитину чи людину похилого віку. Усім людям із захворюваннями серцево-судинної системи контрольний огляд життєво необхідний.

**Важливо! Чого НЕ МОЖНА робити, якщо вас ужалила медуза:**

- обробляти рану прісною водою. Вона активує дію токсинів медузи. Використовувати можна виключно морську воду;
- місце укусу не можна обробляти зеленкою, йодом, спиртом;
- у жодному випадку не вживайте алкоголь – дія отрути лише посилиться.

### **Отрути членистоногих**

Найбільш отруйними представниками членистоногих є клас павуків - каракурт і скорпіон.

**Отрута каракурта.** Система органів, в яких утворюється та знаходиться отрута, складається із залоз, розташованих у головогрудях, та протоків, які знаходяться в холіцерах. Отрута характеризується високою токсичністю, яка в декілька разів перевищує отруту деяких змій (у 15 разів отруту гримучої змії).

Свої токсичні властивості вона зберігає протягом декількох років. Небезпечна тільки при парентеральному введенні.

Механізм дії отрути каракурта розкритий. Вона має нейротропну і міотропну дію. Викликає спазми периферичних судин та парез судин грудної і брюшної порожнини, збільшує проникність судин, що приводить до крововиливів у внутрішні органи та ЦНС.

На місці укусу через 5-10 хв. виникає сильний біль, який розповсюджується на область живота, попереку і грудей. Сильний біль у суглобах і м'язах спричиняє до нездатності ураженого стояти і рухатись. З'являється нудота, блювота, задуха внаслідок бронхоспазму, запаморочення, сильне психічне збудження, страх смерті. Деякі групи м'язів тетанічно скорочені. У тяжких випадках характерним стає набряк легень і без медичної допомоги через 1-2 дні може наступити смерть.

**Перша медична допомога та лікування.** Відразу після укусу - припалювання спалахуючою голівкою сірника (перші 2-3 хв.); - накладання пов'язки та швидка доставка у медичний пункт; раннє застосування протикаракуртової сироватки підшкірно, у міжлопаткову ділянку 30-40 мл. Якщо після укусу пройшло більше 1 години, сироватку вводять внутрішньовенно; вливання великої кількості рідини; зігрівання; невеликі дози алкоголю; місця укусів обколювати 0,25% розчином новокаїну.

**Отрута скорпіона.** Отрутий апарат знаходиться усередині здутого хвостового членика. Пара отруйних залоз має протік, який відкривається на кінці кривого гострого жала.

Отрута - прозора рідина злегка опалового коліру, добре розчиняється у воді, фізіологічному розчині. Не розчиняється в органічних розчинниках. Витримує короткочасне нагрівання до 1000 С.

**Перша медична допомога та лікування.** Зразу після укусу - відсмоктування отрути з ранки; місце укусу протерти спиртом та накласти асептичну пов'язку; ввести специфічну сироватку (за її відсутністю - протикаракуртну в кількості 20-60 мл) не пізніше 2 годин після укусу; місце укусу обколоти 0,5% розчином новокаїну.

### **Отрути хордових тварин**

Найбільша кількість отруйних тварин є серед хордових. Теоретичне і практичне значення мають такі класи: риби, земноводні, плазуни.

**Плазуни.** На території колишнього Радянського Союзу налічується 52 види змій, 10 видів із них є отруйними.

Самою небезпечною є середньоазіатська кобра. Свіжа зміїна отрута - прозора рідина, без запаху, розчинна у воді. Водні розчини нестійкі. Висушена отрута має вигляд кристалів, які зберігають токсичність більше 20 років. Звичайна гадюка при укусі виділяє до 30 мг отрути, кобра - до 180-200 мг. 1 грам активної отрути кобри може вбити: 15 собак, 250 кролів, 170 чоловіків.

**Отрути змій,** в залежності від механізму дії, поділяються на групи: пресинаптичної і постсинаптичної дії.

У момент укусу змії із сімейства гадюкових відчувається укол гострим предметом. Навкруги цього місця через декілька хвилин з'являється почервоніння і набряклість. Набряк тканин зростає протягом 1-3 днів. Всі ці явища супроводжуються сильним болем, інколи на місці укусу з'являються пухирі і некрози. Через 20-25 хв. після укусу з'являються симптоми загальнорезорбтивної дії отрути - це почуття гіркового смаку і сухості в роті, нудота, інколи блювота, задуха, прискорення пульсу, запаморочення, розширення зіниць, тремор пальців, підвищення температури, зниження артеріального тиску.

При укусах кобри та гримучої змії спостерігаються ті ж ознаки, але з більш вираженою нейротоксичною дією - це м'язова слабкість, порушення координації рухів з наступним розвитком паралічу рухових м'язів. У тяжких випадках параліч м'язів обличчя, глотки, гортані, діафрагми, що призводить до зупинки дихання.

**Перша медична допомога.** Відсмоктування отрути з ранки, у ранні строки (можна ротом, але виплюнути і прополоскати водою або  $\text{KMnO}_4$ ); короткочасне накладання кровоспинного джгута; повний спокій, іммобілізація кінцівки; застосування сироватки - антикобра і антигюрза (кращий ефект при застосуванні їх протягом першої години після укусу);

доза сироватки залежить від ступеня важкості отруєння: при легкому отруєнні - 20-40 мл; при середньому - 50-80 мл; при тяжкому - 90-130 мл. Сироватка вводиться у міжлопаткову ділянку. Крім того, 40% розчин глюкози; вітаміни В, С; прийом великої кількості рідини; обколювання місця укусу 0,25% розчином новокаїну; переливання 200-300 мл крові; симптоматична терапія.

### **Риби**

Є велика кількість риб, що мають отруйний апарат, який знаходиться в плавниках, шипах, колючках, різних тканинах та органах.

Найбільш небезпечними з них є мешканці Чорного моря (морський йорш, морський кіт, морський дракон) та мешканці вод Далекого Сходу та вод, які омивають Японію, - шар-риба (фугу). Виявлена одна з найбільш сильнотоксичних отрут - тетрадотоксин, структура якого розшифрована. Тетрадотоксин в хімічно чистому вигляді - це кристали з температурою кипіння  $220^{\circ}\text{C}$ , при нагріванні вище цієї температури - розкладається.

Після використання в їжу цих риб через 15-30 хв. з'являються перші ознаки отруєння. Поколювання губ, язика з наступним їх онімінням. Біль в області шлунку, нудота, головний біль, слабкість. Шкіра обличчя бліда, кінцівки холодні. Зіниці розширені, у тяжких випадках слабо реагують на світло. Пульс частий, слабого наповнення.

Артеріальний тиск знижується. Температура - 35-35,5<sup>0</sup>C. У подальшому настає параліч поперечносмугастих м'язів. Смерть може наступити через 30 хв. після отруєння.

**Перша медична допомога та лікування.** Очищення шлунку (механічне) і промивання його KMnO<sub>4</sub>; прийом активованого вугілля або іншого сорбенту.

Заходи першої лікарської допомоги мають бути спрямовані на боротьбу з колапсом і асфіксією (штучна вентиляція легень, серцеві препарати, глюкоза, судомно-літичні суміші, велика кількість рідини - фізіологічний розчин 2-4 л на добу). На земній кулі нараховується біля 5 тис. видів отруйних тварин. Їхня отруйність пов'язують з процесом еволюційного розвитку.

За походженням токсинів усі отруйні тварини поділяють на первинно- та вторинно отруйні. Первинно отруйні тварини самі виробляють отруту, а вторинно отруйні накопичують токсичні речовини, які проникають в організм з їжею та водою. Тварини, що мають органи, за допомогою яких вони виробляють отруту в спеціальних залозах, вважають активно отруйними, інших, які мають в організмі отруйні речовини в печінці, крові, статевих залозах та інших тканинах - пасивно отруйними. Отрути тваринного походження викликають різні ураження, механізми їх токсичної дії поки-що вивчені недостатньо.

### **Отрути рослинного походження**

На земній кулі є біля 10 тис. видів рослин, з яких 20% можуть викликати важкі отруєння. Токсичність рослинних отрут різна, найбільш токсичною з них є рицин, який за своїми отруйними властивостями перевищує ОР нервово-паралітичної дії. Ці отруєння широко зустрічаються у повсякденному житті і можуть виникнути через прийом всередину отруйних частин рослин, контакт отруйних рослин або їх соку із шкірою, вдихання подрібнених часток або летких речовин, які виділяються рослинами.

Багато які отрути не мають розроблених протиотрут, тому що механізм їх токсичної дії недостатньо вивчений, а тому деякі рослини отрути або їх синтетичні аналоги можуть бути використані диверсійним способом. На тепершній час із отруйних рослин виділено понад 120 алкалоїдів, 60 глікозидів, 15-20 органічних кислот, 8 смол, 24 ефірних масла та значна кількість токсинів і токсальбумінів, які мають токсичні властивості.

**Атропін.** Цей алкалоїд міститься у листях беладони, блекоти та дурману. Механізм токсичної дії заснований на спроможності атропіну виявляти виражену М-холінолітичну активність.

Клінічні прояви отруєння характеризуються різкою тахікардією, мідріазом, гіпертермією, сухістю в роті. Розвивається картина гострого психозу, яка супроводжується маренням, галюцинаціями та підвищеною руховою активністю.

**Перша медична допомога та лікування.** Енергічне промивання шлунку; прийом блювотних, сольових послаблюючих, активованого вугілля або інших сорбентів; прозерін 0,05% розчин по 1,0 1-2 рази в день; літична суміш при психомоторному збудженні.

**Аконітин** - це алкалоїд багаторічної трав'янистої рослини аконіти. Для людини смертельна доза 2-5 мг. Легко всмоктується при любых шляхах введення. Аконітин є універсальною нервовою отрутою. Спочатку викликає збуджуючу, а потім паралізуючу дію на рухові та чутливі нерви. При попаданні на шкіру викликає сверблячку, а потім анестезію. При попаданні в шлунково-кишковий тракт відчувається жар у роті, з'являється салівація, парестезія. Потім настає посмикування окремих м'язів, сильний біль у животі, запаморочення, розширення зіниць, поблідіння шкіри, затруднене дихання. Смерть настає через 1-2 год. від зупинки дихання.

**Перша медична допомога та лікування.** При надходженні у шлунок (найбільш вірогідний шлях надходження в організм) - промивання шлунку та застосування активованого вугілля або інших ентеросорбентів; пиття великої кількості рідини. Специфічні засоби лікування - відсутні.

**Коніїн** - алкалоїд, який міститься у дворічній трав'янистій рослині - болиголов п'ятнистий. Для людини смертельна доза 0,15 г. Дія цієї отрути нагадує дію нікотину, кураре або наркотичних препаратів у великих дозах. На початку інтоксикації спостерігаються диспептичні розлади. Потім відчуються слабкість і зниження шкіряної чутливості.

Поступово розвивається висхідний параліч, починаючи з м'язів ніг. Зіниці розширені, температура тіла знижена, кінцівки холодні на дотик. Смерть настає через 20-30 хв. від зупинки дихання внаслідок паралічу дихальних м'язів.

Заходи першої медичної допомоги носять симптоматичний характер. Специфічних засобів лікування нема.

**Колхіцин** - алкалоїд, який міститься у різних видах пізньоцвіту. Смертельна доза для людини 0,02-0,4 г (2 г насіння). Ознаки інтоксикації розвиваються повільно (від 3 до 6 год). До них відносяться: нудота, блювота, сильний пронос, інколи з кров'ю, гематурія, анурія, судоми або послаблення тону м'язів. Центральне місце в розвитку механізму токсичної дії належить порушенню кровообігу. У малих дозах він блокує мітотичні процеси в клітинах. Смерть настає від паралічу дихального та судинорухового центрів через 8-48 год. після отруєння.

**Перша медична допомога та лікування.** Призначається активоване вугілля або інші ентеросорбенти з подальшим промиванням шлунку. Прийом великої кількості води, молока. Потім проводиться введення ізотонічного розчину, глюкози. При порушенні дихання - кисень. Специфічних засобів лікування нема.

**Кураре** - екстракт з отруйних південно-африканських рослин. Отрута периферичної дії. Вибірково діє на нервово-м'язову передачу поперечно-смугастих м'язів, блокуючи її. Отруєння виникає тільки при парентеральному введенні. Через інтоксикацію послідовно розвивається параліч м'язів починаючи з м'язів обличчя, шиї, спини, верхніх та нижніх кінцівок, м'язів



живота, і, накінець паралізуються міжреберні м'язи і діафрагма. Свідомість та больова чутливість зберігаються до смерті, яка настає від асфіксії.

**Перша медична допомога та лікування.** Застосування оборотних інгібіторів холінестерази (прозерін, галантамін,аміностигмін), які вводяться внутрішньовенно. Їх дія може бути підсилена одночасним введенням ефедрину. Штучна вентиляція легень до повного відновлення самостійного дихання.

**Мускарин** - алкалоїд, який міститься у червоних мухоморах. Володіє вибірковою дією на мускариночутливі рецептори. Токсичність в експерименті на тваринах починає виявлятися від дози 0,0001 мг/кг при внутрішньовенному введенні.

Симптоми отруєння відмічаються через 30-40 хв (інколи через 2 год.). Виникає нудота, блювота, біль у животі, підвищене пото- і слиновиділення, диспноє. Характерний симптом - звуження зіниць.

Подальший розвиток отруєння призводить до проносу, загальної слабкості, зниження артеріального тиску, порушення серцевого ритму. При тяжкій формі отруєння спостерігається збудження, судомні приступи, колапс і кома.

**Перша медична допомога та лікування.** Промивання шлунку 0,5% розчином таніну, прийом активованого вугілля (інших ентеросорбентів), сольових послаблюючих; апоморфін 1% - 0,5 підшкірно (0,1% розчин атропіну сульфату використовується при отруєнні чистим мускарином, а при отруєнні грибами - не рекомендується, тому що отрута грибів містить і інші отрути, які мають атропіноподібну дію); внутрішньовенно 5% глюкоза з аскорбіновою кислотою; при обезводненні внутрішньовенно 5% розчин глюкози 1,0-2,0 л, фізіологічний розчин до 3,0 л. Симптоматична терапія.

**Фалкаїдин** - алкалоїд, який міститься у блідій поганці. Для смертельного отруєння людини достатньо 1-2 грибів.

Ознаки отруєння з'являються через 6-48 годин після споживання грибів і характеризуються нестримною блювотою, судомним болем у шлунку та

кишках, в ікроножних м'язах, невоситимою спрагою, холероподібним проносом.

Через 2-3 доби внаслідок дегенеративних змін та жирової інфільтрації печінки відмічається її збільшення і розвиток жовтяниці. Вражаються також надниркові залози. Розвивається гостра серцево-судинна недостатність. Зниження артеріального тиску в поєднанні з ураженням печінки і нирок, пригнічення ЦНС у термінальному періоді призводять до коматозного стану. Смертність від 35 до 90%.

**Перша медична допомога та лікування.** Специфічних засобів лікування нема. Симптоматичне лікування спрямоване на виведення отрути з організму промиванням шлунку, замінним переливанням крові, проведенням гемодіалізу, введенням великої кількості рідини. Симптоматична терапія.

**Рицин** - алкалоїд, який міститься у насінні кліщевини, це один з самих отруйних токсоеальбумінів. У фармацевтичній промисловості використовується для одержання касторового масла. Вживання 10 насінин кліщевини призводить до смерті. Хімічна структура повністю не встановлена.

Симптоми отруєння розвиваються через 12-24 год.: нездужання, нудота, блювота, біль і жар у стравоході та шлунку, гіперемія зіву, пронос внаслідок ентериту; головний біль, сонливість, втрата орієнтації і свідомості, ціаноз, порушення серцевої діяльності, судоми.

Смерть при явищах колапсу.

**Перша медична допомога та лікування носять симптоматичний характер** - промивання шлунку, прийом блювотних засобів, слизових відварів, переливання крові та кровозамінників; повний спокій поєднується з обігріванням тіла, засоби симптоматичної терапії.

**Стрихнін** - алкалоїд, який міститься у насінні блювотного горіху. Це типова нервова отрута з переважною дією на спинний мозок, впливає на вставочні нейрони.

Симптоми отруєння: при виражених формах відмічається підвищення тонусу в'язових м'язів, зведення щелеп, опістотонус, блювота, пронос.

Слабке зовнішнє подразнення призводить до генералізації рухових реакцій, загострюється слух та нюх. Порушення дихання внаслідок спазму дихальних м'язів, зокрема діафрагмальних, призводить до летального кінця від асфіксії.

**Перша медична допомога та лікування.** Максимальний спокій з виключенням подразнюючих компонентів, застосування наркотичних засобів, промивання шлунку 0,1-0,2% розчином перманганату калію з наступним прийомом активованого вугілля (інших ентеросорбентів) та сольових послаблюючих, введення розчину глюкози та інших препаратів, які сприяють швидкій детоксикації і виведенню отрути.

## **2. Небезпека сучасних біотехнологічних виробництв.**

Методи сучасної біотехнології дали можливість широкого застосування у сільськогосподарській, медичній, науково-практичній та інших сферах людської діяльності живих змінених організмів. Так, використання живих генетично змінених організмів (ЖГЗО) дозволяє вирішити низку найгостріших проблем у сільському господарстві, а саме, значно підвищити врожайність культурних рослин, покращити харчові якості рослинних продуктів, зменшити екологічне навантаження на довкілля за рахунок значного зниження використання гербіцидів, пестицидів та інших агрохімікатів.

Починаючи з 70-х років минулого сторіччя за допомогою методів рекомбінації ДНК був також створений ряд нових більш продуктивних мікроорганізмів – продуцентів різноманітних біотехнологічних сполук (антибіотиків, ферментів, вітамінів, мікробних пестицидів), нових порід свійських тварин та інше.

Досвід використання генетично модифікованих організмів (ГМО) свідчить, що потрапляння живих змінених організмів у довкілля може призвести до негативних наслідків і створювати потенційну небезпеку існуючому біологічному різноманіттю внаслідок самостійного розповсюдження живих змінених організмів; неконтрольованого утворення

нових генетичних конструкцій шляхом вертикального та горизонтального переносу їх генів до інших організмів, які не відносяться до категорії живих змінених організмів та інше.

Для забезпечення генетичної модифікації організмів вченим приходиться тими чи іншими методами переборювати молекулярну стабільність їх генома. ГМО так і залишаються недостатньо генетично стабільними і несуть фактори, які значно зменшують природну стабільність спадкових механізмів. В продуктах харчування, медичних препаратах можуть міститись такі компоненти.

Експериментальні дослідження доводять, що тварини, які вживають в їжу ГМО, народжують потомство з вадами розвитку або стають зовсім непродуктивними. Вживання продуктів, одержаних від ГМО, може привести до зменшення стабільності геному людини і викликати, за думкою багатьох вчених, екологічну катастрофу.

Німецькі вчені стверджують, що ГМ-картопля негативно впливає на ґрунтові бактерії. Дослідження, проведене вченими з Інституту мікробіології імені Макса Планка (Марбург, Німеччина) показало, що вирощування ГМ-картоплі порушує життєдіяльність ґрунтових бактерій. Дослідники вважають це причиною для початку широкомасштабних досліджень у цьому напрямку. На їхню думку, ГМ-картопля може загрожувати біологічній рівновазі. А для відновлення ґрунту будуть потрібні величезні витрати.

Культивування ГМО може порушити біологічну розмаїтість регіонів, витиснувши із середовища перебування звичні види, як було у випадку із трансгенним рапсом.

Невідомо, як насіння трансгенних рослин, перенесене птахами на далекі відстані, поведеться в інших біоценозах.

Перенос генів змінених рослин у хромосоми бур'янів може привести до появи нових організмів з непередбаченими, у тому числі потенційно небезпечними, властивостями. Так, перенос пилку комахами-запилювачами із трансгенних рослин на звичайні може привести до появи супербур'янів, як

було у випадку із трансгенним вівсом, культивування якого привело до розмноження дикої гірчиці.

Масштабне повсюдне впровадження ГМО, небезпека якого у цей час не доведена, теоретично може привести не тільки до різкого скорочення біорозмаїття організмів, але й до розвитку безплідності, до сплеску онкологічних захворювань і генетичних каліцтв, до збільшення смертності.

Можлива небезпека від ГМ конструкцій вища, ніж від хімічних сполук, тому що вони зовсім "незнайомі" навколишньому середовищу, вони не розпадаються, а, навпаки, приймаються кліткою, де можуть безконтрольно розмножуватися й викликати мутації. Штучний генний матеріал, випущений у навколишнє середовище, може впровадитися в генетичний матеріал клітин всіх видів, включаючи й людину. Цей процес, названий горизонтальним переміщенням генів, уже привів до появи нових вірусів і бактерій, що ведуть до страшних мутацій і гострих токсикозів, аутоімунних реакцій, онкологічних захворювань (проф. Терри Траавик, Норвегія). У березні 2004 р. Доктор Терри Траавик виявив вірус мозаїки кольорової капусти, що використовується для модифікації зернових рослин, у м'ясі. У червні 2004 р. учені із Центра контролю за молочними продуктами Мюнхенського Технологічного університету вперше виявили сліди ГМ-організмів у коров'ячому молоці.

Маніпуляції з генами здатні збільшити вміст природних рослинних токсинів в їжі або створити зовсім нові токсини. Існують токсини вповільненої дії, коли час прояву токсичності білка становить 30 і більше років. Генетично модифікована соя відрізняється від звичайної по білковому складу на 74%.

Ці білки принципово нові, оскільки є гібридами бактеріальних і рослинних білків і тому не можуть прирівнюватися ні до тих, ні до інших, а перетворення корисного білка у хвороботворний може залежати від найменшої зміни амінокислотного складу.

Крім усього сказаного варто пам'ятати, що при повсюдному впровадженні трансгенних сортів існує ризик так званої монокультуризації – численні сорти рослин будуть витиснуті з ринку одним або двома

поліпшеними трансгенними. У даному випадку необхідно об'єктивно й з різних точок зору оцінювати переваги й недоліки сортів, перш ніж замінити одні на інші.

### ***Класифікація ризиків ГМ-рослин і кормів.***

Всі небажані явища й події, що відбуваються при обробленні й споживанні ГМО, можна об'єднати в три групи: харчові, екологічні й агротехнічні ризики.

#### ***Харчові ризики:***

- безпосередня дія токсичних і алергенних трансгенних білків ГМО;
- ризики, опосередковані плейотропною дією трансгенних білків на метаболізм рослин;
- ризики, опосередковані нагромадженням гербіцидів та їхніх етаболітів у стійких сортах і видах сільськогосподарських рослин;
- ризики горизонтального переносу трансгенних конструкцій, у першу чергу, в геном симбіонтних для людини й тварин бактерій (*E.coli*, *Lactobacillus (acidophilus, bifidus, bulgaricus, caucasicus)*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium* і ін.).

#### ***Екологічні ризики:***

- зниження сортової розмаїтості сільськогосподарських культур внаслідок масового застосування ГМО, отриманих з обмеженого набору батьківських сортів;
- неконтрольований перенос конструкцій, особливо таких, які визначають різні типи стійкості до пестицидів, шкідників і хвороб рослин, внаслідок перезапилення з дикоростучими родинними й предковими видами. У зв'язку з цим прогнозується зниження біорозмаїття дикоростучих предкових форм культурних рослин і формування "супербур'янів";
- ризики неконтрольованого горизонтального переносу конструкцій у ризосферну мікрофлору;

- негативний вплив на біорозмаїття через враження токсичними трансгенними білками нецільових комах і ґрунтової мікрофлори й порушення трофічних ланцюгів;
- ризики швидкої появи стійкості до використаних транс генних токсинів у комах-фітофагів, бактерій, грибів й інших шкідників, під дією відбору на ознаку стійкості, високоефективної для цих організмів;
- ризики появи нових, більш патогенних штамів фітовірусів при їх взаємодії з трансгенними конструкціями, що проявляють локальну нестабільність в геномі рослини-хазяїна й тим самим являються найбільш імовірною мішенню для рекомбінації з вірусною ДНК;

***Агротехнічні ризики:***

- ризики непередбачених змін нецільових властивостей і ознак модифікованих сортів, пов'язані з плейотропною дією введеного гена (наприклад, зниження стійкості до патогенів при зберіганні при критичних температурах у сортів, стійких до комах-шкідників);
- ризики відстроченої зміни властивостей через кілька поколінь, пов'язані з адаптацією нового гена в геномі й з проявом як нових плейотропних властивостей, так і зміною вже декларованих;
- неефективність трансгенної стійкості до шкідників через кілька років масового використання даного сорту;
- можливість використання виробниками термінальних технологій для монополізації виробництва насінного матеріалу.

**3. Біотероризм.**

Біологічну та екологічну небезпеку становлять також факти забруднення природних ресурсів (води, ґрунту, атмосфери), зміни природного різноманіття, порушення біологічної рівноваги (створення та використання генетично модифікованих організмів).

До спектра біологічних ризиків входять природні, ненавмисні та навмисні ризики, наприклад, природні захворювання; інфекційні

захворювання, які повертаються до циркуляції; ненавмисні наслідки наукових досліджень; лабораторні інциденти; нестача інформації; халатність і т. ін.

Також виділяють поняття **біологічної захищеності** – виключення навмисного чи ненавмисного небезпечного впливу на людей, тварин і рослин від науково-дослідницьких робіт і збудників особливо небезпечних інфекцій, а також попередження використання зі зловмисними намірами досягнень сучасних біотехнологій, у першу чергу, генної інженерії та синтетичної біології, а також генетично модифікованих організмів. Також біозахищеність відноситься і до безпечного зберігання і переміщення, обробки і використання живих змінених організмів, які мають нові комбінації генетичного матеріалу.

**Основними джерелами виникнення біологічних загроз є:**

- 1) епідемії та спалахи інфекційних захворювань людини;
- 2) епізоотії (висока захворюваність серед тварин);
- 3) епітофітії (розповсюдження інфекційного захворювання рослин на значних територіях);
- 4) аварії на біологічно небезпечних об'єктах;
- 5) природні резервуари патогенних мікроорганізмів;
- 6) транскордонне перенесення патогенних мікроорганізмів, представників флори і фауни, небезпечних для екологічних систем;
- 7) диверсії на біологічно небезпечних об'єктах;
- 8) біологічний тероризм;
- 9) застосування біологічної зброї державою.

Перші шість джерел виникнення біологічної загрози відносяться до ненавмисних, тоді як зазначені у пунктах 7-9 – до навмисних. Окремо визначається проблема біологічної загрози, пов'язана з біологічним тероризмом та використанням біологічної зброї.

*Природні ризики*

*(інфекційна епідемічна захворюваність та смертність)*



За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) у світі смертність від інфекційних захворювань в останні роки становить до 14 млн. осіб щорічно.

Перша пандемія чуми – «чума Юстиніана» (531-580 рр. н. е.) – померло близько 100 млн. людей; охопила всі відомі на той час країни.

Друга пандемія чуми – «чорна смерть» (1347–1407 рр.) – померло близько 25 млн. людей, що становило чверть тодішнього населення Європи.

Від пандемії грипу («іспанки») в 1918 році померло до 50 млн. людей.

За час 7-ї пандемії холери (з 1961 по 2005 р.) на земній кулі зареєстровано понад 5 млн. її випадків, з яких більше 200 тис. закінчилися летально.

Близько 50 млн. населення планети уражені ВІЛ/СНІД.

До 300 млн. населення щорічно хворіють на малярію (до 3 млн. помирають).

На думку деяких дослідників людство за свою історію пережило чотири великі епідемічні хвилі, викликані збудниками небезпечних інфекцій.

**Перша хвиля** епідемій була зафіксована 5–10 тис. років тому (неоліт, енеоліт), коли людство здійснило перехід від мисливства та збирання рослин у дикій природі до землеробства та скотарства, а також будівництва постійних поселень та створення перших державних утворень.

**Друга хвиля** розпочалась приблизно 2,5 тис. років тому разом із створенням перших імперій (Перська держава Кіра, Афінський союз, держава Олександра Великого, Римська імперія тощо): «чума Фуکیدіда» (430–425 рр. до н. е.), перша пандемія чуми – «чума Юстиніана» (531–589 рр. н. е.); друга пандемія чуми (1344–1354 рр.) – «чорна смерть».

**Третя хвиля** розпочалась близько 500 років тому в епоху Великих географічних відкриттів: занесення збудника жовтої гарячки з Африки в Америку; занесення збудника натуральної віспи до Америки (загибло 3,5 млн. індіанців); пандемія сифілісу в Європі (XVI ст.); третя пандемія чуми в

кінці XIX і на початку XX ст.; пандемії натуральної віспи, скарлатини, висипного тифу, пандемії холери тощо.

**Четверта хвиля** розпочалась після другої світової війни й триває досі: ліквідація натуральної віспи та успіхи в боротьбі з іншими інфекціями, керованими засобами імунопрофілактики (дифтерія, кашлюк, поліомієліт, кір тощо), початок 7-ї пандемії холери; поява після ліквідації натуральної віспи 40 нових інфекцій; пандемії ВІЛ- інфекції, туберкульозу та малярії.

**Окремо** визначається проблема біологічної загрози, пов'язана з біологічним тероризмом та використанням біологічної зброї.

**Біотероризм** – застосування небезпечних біологічних агентів для нанесення шкоди життю і здоров'ю людей заради досягнення цілей політичного чи ідеологічного характеру.

**Біологічна зброя** – це спеціальні боєприпаси, прилади із засобами доставки, що споряджені біологічними речовинами. Під біологічними речовинами розуміють патогенні мікроорганізми (бактерії, рикетсії, гриби, віруси); токсини, що утворюються деякими бактеріями; заражені комахи та комахи-шкідники, а також синтетичні хімічні речовини – гербіциди та дефоліанти. Біологічна зброя є засобом масового ураження і призначається для ураження людей, свійських та службових тварин, сільськогосподарських тварин і рослин.

Навмисне застосування таких біологічних речовин для ураження чи знищення людей, а також сільськогосподарських тварин і рослин входить у поняття «біологічна війна».

Для ураження людей в якості біологічних засобів найбільш ймовірно використання збудників чуми, сибірки, туляремії, меліоїдозу, бруцельозу, висипного тифу, жовтої гарячки, натуральної віспи, венесуельського енцефаломієліту коней, токсину ботулізму і деяких інших.

#### **Властивості біологічної зброї:**

- відносно легко доступна (природні осередки особливо небезпечних інфекцій існують повсюдно);

- проста у виготовленні (практично у всіх країнах є лабораторії контролю за санітарно-епідемічною обстановкою з необхідним обладнанням;
- будь-яке мікробіологічне виробництво можна переобладнати для вироблення великої кількості мікроорганізмів-збудників);
- відносно проста у зберіганні й транспортуванні.

Найбільші побоювання пов'язані із загрозою застосування терористами вірусу натуральної віспи. Віспа забрала найбільше життів в історії людства, убивши загалом біля півмільярда чоловік, – більше, ніж всі війни і інші епідемії разом узяті. Як один з найдавніших прикладів використання вірусу віспи в якості знаряддя тероризму, можна привести випадок зараження корінних жителів Америки – індіців натуральною віспою, через інфіковані ковдри хворих людей, які були передані їм на знак дружби білими колоністами в 1763 році. Пізніше цей прийом неодноразово використовувався британськими солдатами для винищування корінного населення Америки. Тоді всього за декілька років населення континенту скоротилося з 75 мільйонів до 600 тисяч чоловік.

Вірус натуральної віспи вважається найнебезпечнішим агентом через клінічні і епідеміологічні властивості. Для віспи характерний високий відсоток заражень при контакті з хворим і тривалий інкубаційний період, що утрудняє діагностику. Цей вірус може вироблятися у великих кількостях, зберігатися протягом тривалого часу, розповсюджуватися в аерозольному вигляді.

Можливість потрапляння такого агента в руки терористів існує.

Офіційно у світі цей вірус знаходиться тільки в двох місцях: у науковому центрі Атланти, США і в російському Державному науковому центрі вірусології і біотехнології "Вектор", розташованому в селищі Кольцово, проте не можна гарантувати, що окрім цих двох офіційних колекцій штамів віспи, контрольованих ВООЗ, немає у світі інших – підпільних. Доступність офіційних колекцій для потенційних терористів також не виключається. Крім того, зараз висувають цілком обґрунтовані гіпотези зародження в природі близьких людській віспи і таких же небезпечних інфекцій з вірусів віспи мавп,

буйволів, верблюдів або корів. Так, в період з 1996 по 1998 рік у Заїрі було відмічене значне зростання захворюваності серед людей віспою мавп.

Наслідки потрапляння вірусу віспи в руки терористів і застосування його як біологічної зброї можуть бути катастрофічними не тільки для країни, але і для всієї світової спільноти. Прикладом розвитку подій в окремо взятій країні при появі тільки однієї інфікованої людини є спалах віспи в Югославії в 1972 році.

До моменту встановлення правильного діагнозу у першого хворого через чотири тижні після початку захворювання було вже інфіковано 150 осіб. Інфекція розповсюдилася по країні, почалося зараження інших людей.

Заходи, прийняті урядом і системою охорони здоров'я полягали в проведенні масової вакцинації і карантині. Було вакциновано 20 мільйонів людей. 10000 осіб, що мали контакти з інфікованими, були ізольовані протягом двох і більше тижнів, були закриті межі з сусідніми країнами. Спалах вдалося ліквідувати через 9 тижнів після першого випадку захворювання. Результатом спалаху віспи стало: 175 хворих, 35 смертельних випадків і паніка, що виникла в країні. Слід зазначити, що спалах відбувався в державі, де проводилася масова вакцинація населення проти віспи. На сьогоднішній момент за оцінками фахівців не більше 10-15% населення має імунітет до віспи. На цьому фоні проведення терористичного акту з використанням вірусу віспи може мати драматичні наслідки.

На другому місці в списку небезпечних агентів стоїть *Bacillus anthracis*, що викликає сибірську виразку. Впродовж сторіч сибірська виразка викликала епідемії серед тварин і людей по всьому світу. В даний час захворюваність носить спорадичний характер з окремими груповими спалахами. Сибірська виразка зустрічається серед людей і тварин в більшості країн Африки і Азії, в деяких країнах південної Європи, в Америці і окремих областях Австралії.

Дослідження сибірської виразки як можливого біологічного агента почалося близько 80 років тому. Військових біологів завжди привертала така якості сибірської виразки, як здібність до спороутворення (можна легко

зберігати і створювати області довготривалого стійкого зараження), а також те, що уражена людина фактично є кінцевою ланкою інфекції (відсутня небезпека широкої епідемії серед власних солдатів). Важливим чинником є також легкість розведення цієї бактерії в культурі. Смертність від легеневої форми сибірської виразки досягає 100%. Проте, оскільки ця хвороба піддається лікуванню, то ефект від застосування такої зброї поступається ефекту від застосування інших видів зброї масового ураження – атомної або хімічної. В той же час використання *Bacillus anthracis* терористами може, не викликаючи великої кількості жертв, посіяти страх і паніку серед населення і дестабілізувати суспільне життя.

Наступним в списку небезпечних біологічних агентів категорії А стоїть збудник чуми *Yersinia pestis*. Протягом двох останніх тисячоліть чума забрала величезну кількість життів під час декількох пандемій, торкнувшись безлічі країн на більшості континентів.

В даний час щорічно в деяких країнах Азії, Африки і Америки виникають спалахи і спорадичні випадки чуми. За останні десять років одиничні випадки чуми реєстрували серед людей в природних вогнищах, розташованих на різних адміністративних територіях Казахстану і Узбекистану.

І хоча наявність ефективних засобів лікування і профілактики чуми знижує небезпеку цієї інфекції для людини, захворюваність у світі залишається на достатньо високому рівні і спалахи, що виникають, можуть створити паніку серед населення. Прикладом є спалах 1994 року в Індії, коли сотні і тисячі людей намагалися покинути місто Сурат, різні країни припинили приймати і відправляти літаки до Індії, був заборонений імпорту індійських товарів. Останній спалах найважчою легеневою формою чуми був зареєстрований в Індії 4 лютого 2002 року, на сході штату Химачал-Прадеш. До 19 лютого повідомлялося про 16 випадків захворювання і 4 смерті.

Одним з перших документально зафіксованих епізодів біотероризму з використанням чуми можна вважати облогу генуезької фортеці Каффу (нині

Феодосія) в Криму. Нападаючі закидали у фортецю щурів і залишки трупів людей, померлих від чуми.

У результаті Каффа здалася, але звідти чума розповсюдилася по всій Європі разом із втікачами з великого торгового міста, викликавши страшну епідемію. Загальні втрати оцінюються в 25 млн. чоловік, або близько 10% населення миру.

Замикають список агентів категорії А геморагічні лихоманки, що викликаються арена– та філовірусамі. Найбільшу увагу привертають нові інфекції: **лихоманки Марбурга і Эбола. Вірус Марбурга** був вперше виділений в лабораторії з матеріалів від мавпи.

**Вірус Эбола** був ідентифікований у західній провінції Судану і в прилеглому районі Заїру (зараз Демократична республіка Конго) під час крупних епідемій з летальністю до 90%. Після спалахів було досліджено тисячі проб від місцевих тварин. Проте, спроби знайти природний резервуар вірусу і пояснити природу його виникнення, дотепер залишаються безуспішними.

Останні спалахи хвороби були офіційно зафіксовані у Гвінеї в березні 2014 р., проте останні дослідження свідчать, що перші захворілі з'явилися раніше – ще в грудні 2013 року, просто на той час хвороба не була ідентифікована. Останні спалахи хвороби були офіційно зафіксовані у Гвінеї в березні 2014 р., проте останні дослідження свідчать, що перші захворілі з'явилися раніше – ще в грудні 2013 року, просто на той час хвороба не була ідентифікована. З моменту появи перших випадків захворювання, вірус поширився також на територію Ліберії, Сьєрра-Леоне та Нігерії, а пізніше поодинокі випадки були зафіксовані у Сенегалі, США, Малі, Іспанії, Великобританії, Італії. Ця епідемія є найбільшою з усіх відомих епідемій цієї хвороби, як за кількістю випадків захворювання, так і за кількістю смертей. 8 серпня 2014 року Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) оголосила епідемію катастрофою міжнародного рівня.

Станом на 25 жовтня 2015 року (95-й тиждень епідемії) з початку січня 2014 р. (1-й тиждень епідемії) зареєстровано ВООЗ 28575 випадків хвороби, зокрема, 11313 смертей у 10 країнах (Гвінея, Сьєрра-Леоне, Ліберія, Нігерія, Сенегал, Малі, США, Іспанія, Великобританія, Італія).

У терористичній атаці біологічна зброя може бути використана шляхом розпилення аерозолю, контамінації тварин, води і продуктів харчування. Об'єктами такої атаки можуть бути будь-які місця, в яких збираються люди: станції метро, залізничні та автобусні станції, аеропорти, торгові центри, місця громадського харчування, спортивні й торговельні об'єкти, будинки відпочинку, ділянки концентрації військ, виборчі дільниці тощо. Терористів особливо притягують об'єкти, що мають розгалужену систему вентиляції, передусім, станції метро. Повітря на станціях метро, крім вентилявання, зазнає активного переміщення за рахунок руху потягів. Численні експерименти з непатогенними бактеріями у Лондонському, Паризькому, Московському й Нью-Йоркському метро підтвердили, що в таких умовах навіть невелика кількість патогенів у формі аерозолю блискавично поширюється в межах станції та довкола, що супроводжується інфікуванням десятків тисяч людей. Відтак, у метро американських міст почали встановлювати спеціальні датчики, покликані якомога раніше зафіксувати початок біологічної атаки.

Слід враховувати й те, що атака з використанням біологічної зброї, крім втрат, спричинених її безпосередньою дією, призведе до величезної паніки, масових психозів, деморалізації, а можливо, й до агресивності проти діючої влади. Це супроводжуватиметься й колосальними економічними збитками для держави. За даними експертів з Центру контролю за захворюваннями в Атланті, загальні витрати, пов'язані з інфікуванням 100 тис. людей збудником сибірки (у разі легеневої форми хвороби), становитимуть 26,2 млрд. доларів, у разі туляремії — 5,5 млрд. доларів, а при бруцельозі — 579 млн. доларів.

Атака з використанням біологічної зброї може бути спрямована не тільки безпосередньо проти людей, але й на інфікування тварин і забруднення сільськогосподарських культур.

В сучасних умовах боротьба з тероризмом є актуальним завданням світової спільноти. Різновидом тероризму є аграрний тероризм, що являє собою використання біологічних агентів, бактерій або токсинів для масштабного знищення продовольчих, аграрних, біологічних ресурсів будь-якої країни з метою встановлення зовнішнього тотального контролю над ними, підриву продовольчої незалежності. Таким чином, в сучасних умовах сільське господарство є важливою складовою економічного потенціалу будь-якої країни, тому будь-які цілеспрямовані зовнішні атаки з використанням біологічних агентів спецслужбами іноземних держав, транснаціональними корпораціями, промислово-фінансовими групами на вітчизняний аграрний сектор можуть призвести до негативних наслідків: масштабних втрат врожаю сільськогосподарських культур, масової загибелі худоби, епідемій та епізоотій, що потенційно може спровокувати підвищення цін на продовольство, дестабілізацію політичної та економічної ситуації в країні, імпортової продовольчої залежності, створення дефіциту продуктів харчування, хімічного, радіоактивного або бактеріологічного зараження продовольства, у тому числі й питної води, масових харчових отруєнь, які можуть стати результатом захворювань та масової гибелі людей.

Уперше проблема забезпечення біологічної безпеки на державному рівні розглянута у Рішенні Ради національної безпеки і оборони України “Про біологічну безпеку” лише у 2009 р.

Констатовано, що в нашій країні відсутні програми з біобезпеки та запобігання проявам біотероризму, не створено національної системи протидії можливим біозагрозам, зокрема, не утворено автоматизованих та інтегрованих банків даних про можливі загрози біологічного та хімічного походження. Неврегульованим залишається питання державної підтримки генетично-



інженерних досліджень та наукових розробок у галузі біологічної і генетичної безпеки.

Встановлено, що стан біологічної безпеки не відповідає національним інтересам, не забезпечує ефективну протидію біологічним загрозам. Таким чином, одним із пріоритетних завдань держави залишається протидія проявам біотероризму, захист населення від безконтрольного та протиправного розповсюдження продукції, що містить ГМО, збереження здорового та безпечного природного середовища. На жаль, питання аграрного біотероризму вищезазначеним актом жодним чином не регламентовані.

Чинна на сьогодні Державна цільова програма біобезпеки та біологічного захисту на 2015 – 2020 рр. має виключно декларативний характер і спрямована на забезпечення належного рівня захисту населення, навколишнього природного середовища від небезпечних біологічних агентів (біоагроз), запобігання будь-яким проявам біотероризму.

## Тема 2.8. Реагування на біологічні загрози

### План

1. Оцінка ситуації на місці події. Розпізнавання біологічної події.
2. Особливості реагування на події з біологічними агентами.
3. Основні принципи виявлення та ідентифікації біологічних агентів.

### 1. Оцінка ситуації на місці події. Розпізнавання біологічної події.

Серед видів (характерів) біологічних подій/аварій (інцидентів) розрізняють:

- аварії з викидом (загрозою викиду) біологічно патогенних об'єктів (БПА);
- аварії з викидом (загрозою викиду) БПА на підприємствах і в науково-дослідних установах (лабораторіях);
- аварії на транспорті з викидом (загрозою викиду) БПА;
- виявлення (втрата) БПА.

### Етапи визначення біологічної події/аварії (інциденту):

- **Можливий:** широкі, неспецифічні критерії
- **Ймовірний:** деталізовані дані, результати неспецифічних лабораторних тестів
- **Підтверджений:** лабораторно підтверджений збудник та його біологічні характеристики

### Основні умови для визначення біологічної події/аварії (інциденту):

- доступність достовірної і повної епідеміологічної та іншої інформації, що стосується спалахів інфекційних захворювань в регіоні події;
- інформація про появу специфічних клінічних проявів, що свідчить про зараження високопатогенними біологічними агентами.

### Підтвердження наявності біологічної аварії (інциденту):

- можливість швидкого залучення (в перші 1-2 години після виявлення інциденту) загальних, специфічних і високоспецифічних

лабораторних методів дослідження, необхідних для встановлення діагнозу та ідентифікації інфекційного агента (патогену);

- можливість швидкого залучення консультантів-науковців у сфері біологічної безпеки (інфекціоністів, епідеміологів, токсикологів, ветеринарів тощо);
- доступність або близькість до зони біологічної інциденту установ (лабораторій) ветеринарної й об'єктів санітарної служби й закладів охорони здоров'я, профільних для надання медичної допомоги у випадках спалахів хвороб, спричинених високопатогенними біологічними агентами (інфекційні лікарні, відділення тощо).

**Епідемічна інформація, необхідна для визначення біологічної аварії (інциденту) та епідемічного розслідування:**

- інформація про стан постраждалих з лабораторними даними та без них;
- опис перебігу захворювання або персоніфікована характеристика кожного окремого випадку захворювання (спалаху хвороби);
- зона географічного поширення випадку захворювання (спалаху хвороби);
- точно (на скільки можливо) визначений період для випадків захворювання (спалаху хвороби).

**Ознаки, характерні для використання БПА (біологічних агентів):**

- усні, або письмові прогнози, заяви терористів про використання збудника та їх відповідальність за вчинене або висунення відповідних вимог;
- незапланований вибух, що викликає невеликих вибухових хвиль, або полум'я;
- незапланована, або несанкціоноване обприскування, що поширюється (розповсюджується) над місцевістю або виявлення покинутих засобів розбризкування;

- покинуті лабораторні контейнери зі специфічним маркуванням або незвичні ємності;
- незвичні рої комах;
- поширення за напрямком вітру;
- незвична кількість хворих або помираючих людей, або тварин;
- порушена в координації та спрямованості дій всіх уповноважених структур.

### **Ознаки присутності на території біологічних аварій (інцидентів):**

- поява випадків незвичайного/неендемичного захворювання;
- визначений аерозольний шлях зараження;
- домінування у постраждалих симптомів ураження органів дихання;
- наявність постраждалих з мультисистемними формами хвороби (кілька симптомів захворювання в одного пацієнта);
- наявність великої кількості уражених/жертв в одному регіоні;
- наявність великої кількості уражених/жертв з однаковою стадією розвитку симптомів;
- поява множинних (масових) й одночасних випадків зараження;
- різке підвищення статистичних показників рівня захворюваності та/або смертності в конкретному регіоні за короткий період;
- підтвердження факту, що пацієнти з імунодефіцитом та супутніми захворюваннями першими виявили симптоми зараження й демонструють важкий перебіг хвороби;
- підвищення вірогідності даних про наявність місцевої популяції мишей;
- наявність в регіоні мертвих тварин різних видів;
- відсутність у відповідному регіоні компетентного персоналу перенесення інфекційних хвороб;

- поява (виявлення лабораторними методами) в регіоні мультирезистентних форм патогенів.

## **2. Особливості реагування на події з біологічними агентами.**

Порядок організації та проведення аварійно-рятувальних робіт у зоні біологічного зараження

**Збір інформації.** Здійснюється на підході до зони НС та передбачає отримання даних про ознаки й показники уражуючого агента. Визначають першочергові дані:

- характеристики небезпечного агента;
- кількість постраждалих;
- потреби в ресурсах;
- шляхи і засоби комунікації та обміну інформацією з іншими відомствами;
- ступінь ризику і небезпеки.

Джерела інформації: місцеві органи державної влади, медичні радники, національна поліція, представники місцевої громади та ін.

### **Організація робіт в зоні/осередку біологічного зараження:**

- створення координаційного органу (надзвичайного штабу) й міжвідомчого командного пункту в безпечному місці (ключова роль місцевих органів влади);
- оцінювання довкілля (безпосереднього вогнища зараження, внутрішнього і зовнішнього оточення);
- визначення і створення зон карантину та умов для сортування і санітарної обробки (ключова роль місцевих органів влади, медичних радників);
- визначення пунктів збору та районів розміщення для завезення ресурсів (ключова роль логістичних команд і національної поліції);

- консервація (за потреби) місця НС і збереження речових доказів для розслідування;
- медична спеціалізована служба, санітарно-епідеміологічна експертна служба, СБУ та ін.;
- встановлення кордонів на безпечній відстані;
- тришаровий контроль на підступах до зони зараження;
- введення доступу служб і оперативних експертних сил, які мають засоби індивідуального захисту (МБС – місцева біологічна служба, санітарно-епідеміологічні групи);
- визначення послідовності евакуації з зони зараження і проведення рятувальних операцій.
- сортування постраждалих (за участі медичних працівників);
- санітарна обробка (потерпілих і працівників екстрених служб);
- надання допомоги постраждалим (наприклад, до і після санітарної обробки);
- налагодження зв'язків зі ЗМІ (в тому числі з місцевою пресою), населенням, ГО, підготовка попереджень та рекомендацій для населення.

#### **Організація надходження ресурсів та додаткової підтримки:**

- створення побутових умов для працівників екстрених служб на час проведення тривалих робіт;
- забезпечення додаткових ресурсів для запобігання впливу на навколишнє середовище та населення;
- матеріальна та психологічна підтримка;
- санітарна обробка та відновлення територій;
- координування та погодження послідовності виконання завдань;
- створення безпечних умов праці для екстрених служб;
- медичні огляди персоналу та відновлення ресурсів служб;

- опрацювання та узгодження стратегії надання допомоги при тривалих роботах.

**Організація транспортування постраждалих за межі зони біологічного інциденту:**

- переобладнання звичайного санітарного транспорту, машин екстреної медичної допомоги (вивезення непотрібного обладнання);
- опечатування внутрішніх робочих поверхонь, герметичне закриття технічних відділень;
- збереження в робочому стані систем видної вентиляції та відчинення вікон (якщо це можливо);
- обкладання внутрішньої поверхні спецтранспорту м'якими плівками для зменшення забруднення (зараження);
- авіаційне транспортування, зазвичай, не рекомендовано у зв'язку із складнощами під час знезараження літальних апаратів, підміток місць для екіпажу та льотчиків, які мусять надягати засоби індивідуального захисту.

**Режимно-обмежувальні заходи.** Карантин встановлює та скасовує Кабінет Міністрів України за поданням головного державного санітарного лікаря України. Рішення про встановлення карантину, а також про його відміну негайно доводиться до відома населення відповідної території через засоби масової інформації.

**У рішенні про встановлення карантину має бути зазначено:**

- обставини, що призвели до цього;
- межі території карантину;
- необхідні профілактичні, протиепідемічні та інші заходи, їхні виконавці та терміни проведення;
- тимчасові обмеження прав фізичних і юридичних осіб та їхні додаткові обов'язки.

### **Встановлення карантину передбачає:**

- повну ізоляцію осередку інфекційної хвороби;
- встановлення охорони на зовнішніх кордонах;
- заборону виходу людей, тварин та вивезення майна;
- дозвіл в'їзду лише спеціальним формуванням, призначеним для проведення профілактичних та протиепідемічних заходів;
- розподіл населення на малі групи і доставку харчів, води в окремі квартири та будинки;
- припинення роботи всіх підприємств й установ, крім тих, які важливі для життєзабезпечення населення;
- профілактичні заходи серед населення та лікування хворих;
- санітарну обробку населення, дезінфекцію, дезінсекцію, дератизацію;
- використання засобів індивідуального захисту.

### **Об'єкти, які працюють в зонах карантину, переходять на особливий режим:**

- робітники та службовці переводяться на спеціальний режим роботи з виконанням протиепідемічних заходів;
- зміни розподіляються на окремі ізольовані групи, контактування між ними та вихід з приміщень забороняється;
- харчування та відпочинок організовується у групах у спеціально відведених приміщеннях.

Особи, які виявили бажання залишити територію карантину до його скасування, необхідно протягом інкубаційного періоду відповідної хвороби перебувати в обсерваторії під медичним наглядом і пройти необхідні обстеження.

Після закінчення терміну перебування в обсерваторії з урахуванням результатів медичного нагляду та обстежень їм видається довідка, що дає



право на виїзд за межі території карантину. Карантин встановлюється на час ліквідації епідемій чи спалахів особливо небезпечної інфекційної хвороби.

**На територіях, де встановлено карантин, місцевим органам виконавчої влади та органам місцевого самоврядування надається право:**

- залучати підприємства, установи, організації незалежно від форм власності до виконання заходів з локалізації та ліквідації епідемій чи спалахів інфекційної хвороби;
- залучати для тимчасового використання транспортні засоби, будівлі, споруди, обладнання, інше майно підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності, необхідне для профілактичних і протиепідемічних заходів, а за наявності повним відшкодуванням у встановленому законом порядку його вартості або витрат, пов'язаних з його використанням;
- встановлювати особливий режим в'їзду на територію карантину та виїзду на неї громадян і транспортних засобів, а в разі необхідності - проводити санітарний огляд речей, багажу, транспортних засобів та вантажів;
- запроваджувати строгіші, ніж встановлені нормативно-правовими актами, вимоги щодо якості, умов виробництва, виготовлення та реалізації харчів, режиму оброблення та якості питної води;
- встановлювати особливий порядок профілактичних і протиепідемічних, дезінфекційних, та інших заходів;
- створювати на в'їздах і виїздах із території карантину контрольно-пропускні пункти, залучати в установленому порядку для роботи в цих пунктах військовослужбовців, працівників, матеріально-технічні та транспортні засоби підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності та підпорядкованих підрозділів уповноважених центральних органів виконавчої влади з питань оборони, внутрішніх справ.

## Обсервація

Коли інфекційна хвороба не відноситься до групи особливо небезпечних, запроваджують обмежувальні протиепідемічні заходи — режим обсервації. Громадяни, які виявили бажання покинути територію карантину, повинні пройти обстеження та медичний нагляд у спеціалізованому закладі охорони здоров'я — обсерваторі.

Режими обсервації встановлюють місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування за поданням відповідного головного державного санітарного лікаря у разі, коли в окремому населеному пункті, у дитячому виховному, навчальному чи оздоровчому закладі виник спалах інфекційної хвороби або склалася епідемічна ситуація, яка загрожує поширенням інфекційних хвороб. Обмеження підлягають ті види господарської та іншої діяльності, що можуть сприяти поширенню інфекційних хвороб.

### **До режиму обсервації належать такі заходи:**

- максимальне обмеження в'їзду та виїзду;
- вивезення майна дозволяється тільки після обеззараження;
- посилення медичного контролю; обмеження масових культурно-просвітницьких заходів та інше.

Види і тривалість обмежувальних протиепідемічних заходів встановлюються залежно від особливостей перебігу інфекційної хвороби, стану епідемічної ситуації та обставин, що на неї впливають. Для активного раннього виявлення хворих основною формою організації роботи є піддирні (поквартирні) обходи, які проводять бригади дільниць. Персонал бригади працює під керівництвом лікаря. Перед виходом на дільницю бригади проходять інструктаж з епідеміології, клініки та симптоматики певної інфекції і з правил поведінки в осередку. Санітарні працівники та санітарний актив працюють в осередках під керівництвом середнього медичного працівника.

**Ізоляція** — це відокремлення хворих або заражених осіб чи контейнерів, засобів перевезення, багажу, товарів або поштових відправлень від інших так, щоб запобігти поширенню інфекційної хвороби або контамінації.

### **3. Основні принципи виявлення та ідентифікації біологічних агентів.**

#### **Етапи біологічного розвідування:**

- огляд та аналіз місця для відбору проб;
- відбір проб з об'єктів зовнішнього середовища (твердих, пастоподібних, ґрунтів, снігу, рослинності, рідин, повітря, газів, живих об'єктів тощо);
- пакування, маркування, транспортування;
- лабораторне дослідження.

Для біологічного розвідування медичні служби мають спеціальні засоби. Набори для відбору біологічних проб — це металеві укладки, в які входять відбірники проб з ґрунту, шпагати для сипких матеріалів, сачки для вилову комах, водозбірники та інші інструменти. Особи, які здійснюють відбір проб, мають спеціальне обладнання із термоізоляційними контейнерами для кращого збереження відібраних проб. Відібрані проби з коротким додатком необхідно негайно доставити в лабораторії. Віруси збирають для термінового лабораторного дослідження, щоб встановити діагноз, проте вони можуть знадобитися і для проведення віддалених епідеміологічних досліджень. Для лабораторної діагностики біологічного матеріалу застосовуються такі методи: мікроскопічний, мікробіологічний, біохімічний, імунологічний, молекулярно-генетичний та інші.

#### **Можливості прискорених та експрес-методів дослідження біологічних зразків:**

- метод флуоресцентних антигенів (МФА) і реакція непрямой гемаглютинації (РНГА) дають змогу отримати через 1,5–2 години

свідчення наявності й характеристики бактерій, рикетсій та вірусів;

- імуноферментний аналіз (ІФА) — високо чутливий метод виявлення біологічного агента шляхом дослідження взаємодії антигена й антитіла за допомогою радіоактивної мітки;
- імуноферментний аналіз (ІФА) застосовується для виявлення біологічного антигена й антитіл за допомогою ферментів (пероксидаза або лужної фосфатази), які здатні змінювати забарвлення середовища, що оцінюється спектрофотометричним методом;
- полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) — сучасний особливо чутливий метод, спроможний виявляти антиген біологічного агента за наявності всього декілька десятків молекул. Метод заснований на аналізі ДНК біологічного агента;
- для сучасної експресної мікробіологічної діагностики використовують імуносенсиори, які спроможні здійснювати складні імунологічні реакції, а також сканувальну, тунельну і атомно-силову мікроскопію.

## **Тема 2.9. Засоби безпеки під час аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт у зоні біологічного забруднення.**

### **План**

1. Засоби індивідуального захисту.
2. Види та типи розчинів та засобів для проведення спеціальної обробки.
3. Заходи безпеки під час роботи в зоні біологічного забруднення.

### **1. Засоби індивідуального захисту.**

Костюми та інші засоби біологічного захисту:

- маски, рукавички, окуляри;
- одноразовий костюм;
- протихімічний костюм;
- костюм біологічного і протихімічного захисту з примусовим подаванням кисню.

#### **ЗІЗ Рівень А:**

Захист органів дихання: Автономний дихальний апарат (SCBA) або повітряний респіратор (SAR) із позитивним тиском і допоміжним евакуаційним респіратором.

Одяг: Повністю герметичний хімічний костюм, внутрішній хімічно стійкий костюм, довга білизна, шолом.

Рукавички: Внутрішні та зовнішні з хімічно стійким покриттям.

Чоботи: Хімічно стійкі черевики.

#### **ЗІЗ Рівень В:**

Захист органів дихання: Те саме, що й для рівня А (SCBA або SAR).

Одяг: Хімічно стійкий костюм з капюшоном, внутрішній костюм, шолом.

Рукавички: Внутрішні та зовнішні з хімічно стійким покриттям.

Чоботи: Хімічно стійкі черевики, одноразові хімічно стійкі чоботи.

#### **ЗІЗ Рівень С:**

Захист органів дихання: Повна маска або напівмаска-респіратор із повітряним очищенням (APR).

Одяг: Хімічно стійкий костюм з капюшоном, внутрішній костюм, шолом.

Рукавички: Внутрішні та зовнішні з хімічно стійким покриттям.

Чоботи: Хімічно стійкі черевики, одноразові хімічно стійкі чоботи.

### **ЗІЗ Рівень D:**

Захист органів дихання: Захисна маска.

Одяг: Комбінезон, захисні окуляри або маска окуляр, шолом.

Рукавички: Стандартні рукавички.

Чоботи: Захисні чоботи.

Ці рівні захисту варіюються за ступенем герметичності та стійкості до хімічних речовин, залежно від рівня загрози та умов роботи.

## **2. Види та типи розчинів та засобів для проведення спеціальної обробки.**

### **Дезінфекційні розчини (табельні)**

- **Монохлорамін** (натрієві солі N-хлораміну бензол сульфоокислот). Це білі або жовті дрібнокристалічні порошки зі слабким запахом хлору. Препарати не горючі, безпечні у роботі з ними. Добре розчиняються у воді, помірно у спирті, практично не розчиняються у хлорованих, насичених і ароматичних вуглеводнях.
- **Формальдегід** (альдегіди мурашиної кислоти, метанол) – за кімнатної температури газ без кольору з різким запахом. Висока дезінфекційна сполука, добре розчиняється у воді та спирті. Допустима концентрація формальдегіду у повітрі – 0,05 мг/м<sup>3</sup>.
- **Формалін** (розчин) – рідина без кольору, зі специфічним запахом. Розчин зберігає усі властивості формальдегіду.
- **Фенол** (карболова кислота). C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>–OH, тверді безбарвні кристали з характерним неприємним запахом. На поверхні води набувають

рожевого відтінку. Допустима концентрація – 5 мг/м<sup>2</sup>, у водоймах – 0,001 мг/л. Практично застосовують вихідні 90% водяні розчини для наступного приготування робочих дезінфекційних розчинів.

- **Крезол** (метилфеноли, окситолуоли, СН<sub>3</sub>–С<sub>6</sub>Н<sub>4</sub>–ОН), застосовуються у вигляді «сирого» продукту – суміші орто-, мета- і параізомерів. Допустима концентрація 0,1–0,5 мг/м<sup>3</sup>.
- **Лізол** готується з технічно чистих крезолів (40-50%) і калійного зеленого мила (50-60%).
- **Нафталізол** – суміш 65% нафтового мила і 35% технічно чистих крезолів. Водяні розчини (5-10%) фенолу, крезолу, лізолу і нафталізолу можуть застосовуватися для дезінфекції вегетативних форм мікробів на об'єктах озброєння й військової техніки. Речовини для захисту індивідуального захисту потрібно змочити й піддати протиранню. Внутрішні поверхні приміщень також обробляються цими розчинами.

**Препарати перетинати застосовують тоді, коли для обеззараження матеріалів неможливо застосувати хлор активні розчини.**

#### **Засоби для дезінфекції (громадського використання)**

Дезінфекцію здійснюють протиранням або зрошуванням із застосуванням гідропульту або розпилювача рідини. Норми витрат робочого часу на 1 кв. м відображено в інструкціях до препарати. Після закінчення дезінфекційної експозиції (витримки) транспортний засіб необхідно провітрити 15 хвилин та ретельно промити водою до зникнення запаху деззасобу.

**Для дезінфекції можуть бути використані засоби з різних хімічних груп:**

- **0,2%-0,5% галогеновмісні препарати** (в концентрації активного хлору в робочому розчині не менше 0,06% – «ДезТаб», «Дезанол Хлор», «Хлорантін Актив», «Дезактін», «Соліклор», «Брілліантовий мір», «Венердор-Плюс»);

- **кисневмісні** (перекис водню озон – у концентрації не менше 3,0%), катіонні поверхнево-активні речовини (КПАР) – («Біодез-екстра», Велтолен, Валусан, у концентрації в робочому розчині не менше 0,5%);
- **третинні аміни** («Бланідас 300», Бланідас Актив», «Споросепт» в концентрації в робочому розчині не менше 0,05%);
- **полімерні похідні гуанідину** (Полісепт, Демос, Біор – у концентрації в робочому розчині не менше 0,2%);
- **спирти** (як швидких антисептиків і дезінфікуючих засобів для оброблення невеликих за площею поверхонь – ізопропіловий спирт у концентрації не менше 70% за масою, етиловий спирт у концентрації не менше 75% за масою);
- **речовини Дезофаст, Септоплан, Септофан, АХД-2000, Стерилліум, Кутасепт та інші.**

Склад діючих речовин зазначено в інструкціях застосування.

Європейський центр профілактики та контролю захворювань рекомендує для дезінфекції поверхонь у медичних установах, де можливе інфікування COVID-19, після попереднього їх очищення нейтральним мийним засобом, використовувати розчин з 0,2% гіпохлориту натрію. Розведіть його у пропорції 1:25 із використанням гіпохлориту натрію з початковою концентрацією 5% (0,4 л гіпохлориту натрію на 10 літрів води).

**Для поверхонь, які можуть бути пошкоджені гіпохлоритом натрію, необхідно застосовувати етанол із концентрацією 70%, після очищення їх нейтральним мийним засобом.**

**Дезінфекція приміщень (підлога, стіни, меблі) проводять зрошуванням розчином гіпохлориту натрію в концентрації 0,2% по активному хлору із розрахунку 300–500 мл/м<sup>2</sup> при експозиції 1 год.**

**Після дезінфекції приміщення обов'язково провітрюють!**



## **Особливості проведення робіт у зоні/осередку біологічного зараження**

1. Перед залученням працівників до участі в локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації в осередку біологічного зараження керівник робіт зобов'язаний за результатами біологічної розвідки:
2. З'ясувати наявність та характер небезпечних чинників в осередку надзвичайної ситуації, яких не можна уникнути за допомогою організаційних, технічних, технологічних та інших заходів захисту;
3. Визначити характеристики, які повинні мати ЗІЗ, та з'ясувати, чи відповідають вони умовам праці рятувальників та біологічним небезпекам, які є в осередку зараження.
4. Не допускати до роботи в осередку біологічного зараження працівників без ЗІЗ, а також, якщо ЗІЗ є в забрудненому, несправному стані або з простроченими термінами експлуатації та періодичних випробувань.
5. Переконатися, що працівники застосовують ЗІЗ відповідно до інструкцій їх експлуатації та відсутності в ЗІЗ будь-яких змін, що можуть призвести до зниження їхніх захисних властивостей.
6. Організувати зберігання і належний догляд за ЗІЗ, своєчасну спеціальну обробку, прання, знезараження, ремонт та знищення ЗІЗ за процедурами, визначеними інструкціями з їх експлуатації.
7. Передбачати заходи (під час роботи в ЗІЗ взимку) із запобігання переохолодженню та обмороженню особового складу (застосування теплої білизни, розгортання пунктів обігріву в зоні зараження, де особовий склад без зняття засобів захисту може відігрітися та продовжити виконання завдань).

### **3. Заходи безпеки під час роботи в зоні біологічного забруднення.**

*Засоби безпеки під час аварійно-рятувальних та інших робіт у зоні біологічного зараження*

Перед залученням особового складу до участі в локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації в осередку біологічного зараження за результатами біологічної розвідки потрібно визначити:

- наявність і характер небезпечних чинників в осередку надзвичайної ситуації, яких не можна уникнути за допомогою організаційних, технічних, технологічних та інших заходів захисту;
- характеристики, які повинні мати ЗІЗ, та з'ясувати, чи відповідають вони умовам праці рятувальників і біологічним небезпекам, які є в осередку зараження.

Перед початком робіт у зоні біологічного зараження треба перевірити справність власного захисного одягу та працездатність засобів індивідуального захисту органів дихання. Якщо потрібно, то надається взаємодопомога у перевірці справності захисного одягу.

Під час роботи в ЗІЗ ізоляційного типу особовий склад повинен суворо дотримуватися фізіологічних термінів перебування в цьому типі одягу.

Категорично заборонено перебувати у спеціальному одязі поза межами зони біологічного зараження, а також зберігати його в побутових приміщеннях, не пристосованих для його зберігання, а також у житлових приміщеннях.

Якщо виявлено симптоми інфекційного захворювання у рятувальника, який бере участь у ліквідації надзвичайної ситуації та її наслідків у зоні біологічного зараження, спецодяг знімають одразу, взуття та інші ЗІЗ, якими він користувався, трапляється, що вони зберігаються, підлягають заключній дезінфекції. ЗІЗ одягаються поза осередком біологічного зараження.

Зняття захисного одягу здійснюється на пунктах спеціальної обробки (ПСО), розташованих поза межами зони біологічного зараження.

Пункт розгортається на рівному, не забрудненому місці, або у приміщенні, яке забезпечує вільний прохід особового складу.

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

На весь період перебування рятувальників в осередку біологічного зараження поєднана білизна ПСО забезпечується чергуванням медичного працівника із спеціальною укладкою для надання невідкладної медичної допомоги та проведення загальної\* екстреної\* профілактики можливого біологічного зараження.

Після закінчення робіт в осередку біологічного зараження за вказівкою керівника підрозділу рятувальники збираються на ПСО, щоб зняти захисний одяг.

#### *Заходи безпеки під час роботи в зоні біологічного зараження*

До робіт з ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків у зоні біологічного зараження допускаються тільки працівники, які не мають медичних протипоказань і скарг на погіршення стану здоров'я.

Під час виконання аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках біологічного зараження працівники повинні дотримуватись правил безпеки, спрямованих на запобігання зараженню біологічно небезпечними агентами, і себе, і інших учасників робіт.

На весь період роботи у зоні біологічного зараження кожен працівник має бути забезпечений особистим комплектом (за потреби й кількома комплектами) ЗІЗ.

Працівники зобов'язані застосовувати ЗІЗ лише за призначенням згідно з інструкціями щодо їхньої експлуатації.

Кожен працівник щоденно повинен перевіряти справність свого захисного одягу та засобів індивідуального захисту органів дихання. При необхідності, працівники допомагають один одному в перевірці справності захисного одягу.

**Під час роботи в ЗІЗ ізоляційного типу** (комплект Л-1, загальновійськовий захисний комплект (далі – ЗЗК) у вигляді комбінезона) працівники повинні суворо дотримуватися ізоляційних термінів перебування в такому одязі.

Працівникам категорично заборонено перебувати у спеціальному одязі поза межами зони біологічного зараження, а також зберігати його в побутових приміщеннях, не пристосованих для його зберігання, а також у житлових приміщеннях.

Якщо виявлено симптоми інфекційного захворювання у працівника, який бере участь у ліквідації надзвичайної ситуації та її наслідків у зоні біологічного зараження, спеціальний одяг, взуття та інші ЗІЗ, якими він користувався та приміщення, де вони зберігалися, підлягають заключній дезінфекції.

**ЗІЗ потрібно одягати поза осередком біологічного зараження.**

Зняття захисного одягу здійснюється на пунктах спеціальної обробки (ПСО), розташованому на межі зони біологічного зараження. Пункт розгортається на рівному, не забрудненому місці або у приміщенні, яке забезпечує вільний прохід особового складу.

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

На весь період перебування рятувальників в осередку біологічного зараження поблизу ПСО має бути організоване чергування медичного працівника із спеціальною укладкою для надання невідкладної медичної допомоги та проведення загальної\* екстреної профілактики можливого біологічного зараження.

**Після закінчення робіт в осередку біологічного зараження за вказівкою керівника робіт працівники збираються на ПСО, щоб зняти захисний одяг.**

Перед входом до ПСО на межі зоною зараження обов'язково дезінфекційний бар'єр у вигляді великої, але не високої ємності, в яку занурюють 5 - 10 см наливного дезінфікуючий розчину (тип дезінфектанту та його концентрація залежить від виду ВПА). Заздалегідь готуються спеціальні вклади (ганчір'я, закріплене на держаку) для обробки взуття. Кожен рятувальник повинен виходити із зони зараження тільки після обробки взуття у дезінфекційному розчині.

### **Дезінфекція одягу**

Під час ліквідації надзвичайної ситуації важливо дбати про дезінфекцію одягу. Розглянемо два основних способи:

**Спосіб 1.** Одяг замочити на 6–8 годин у 3 % розчині мила із содою, прокип'ятити 15 хв., сполоскати в проточній воді та висушити.

**Спосіб 2.** Проведення камерної дезінфекції у ДДУ за режимом відповідно до виду застосованого небезпечного біологічного агента.

Для захисту працівників від біологічного зараження можна користуватися також одноразовим захисним одягом.

Для індивідуального захисту особового складу ліквідації надзвичайних ситуацій та їхніх наслідків в осередках біологічного зараження за потреби можна користуватися і витриманими костюмами першого типу, якщо не визначено збудника інфекційного захворювання. Протимийний костюм забезпечує захист від зараження ВПА і в випадках інфекційних хвороб карантинні та інші особливо небезпечні інфекції можуть використовувати. Він захищає від зараження при певних механізмах передачі — за виділенням небезпечного біологічного зараження - повітряно-пилковим, контактним та при укусах комах-кровососів.

При пошкодженні засобів індивідуального захисту під час роботи в зоні біологічного зараження може виникнути так звана аварійна ситуація, коли на

шкіру та/або слизові оболонки очей, рота, носа можуть потрапити біологічні агенти, що спричиняють інфекційні захворювання. У разі пошкодження ЗІЗ працівники повинні негайно залишити осередок біологічного зараження й зайнятися протирічням та знезараженням зараженого одягу. Це дозволить уникнути інфекційних захворювань.

Під час пошкодження або при знятті засобів індивідуального захисту використовуються санітарно-душові установки з відведенням санітарно-гігієнічної обробки заражених одягів та органів.

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

Медичне спостереження за станом здоров'я осіб, які працюють в осередку біологічного зараження. Персонал, який залучається до ліквідації надзвичайних ситуацій та їхніх наслідків в умовах біологічного зараження, повинен бути надійний за станом здоров'я до виконання цих робіт, відповідно до вимог наказу МОЗ України від 21.05.2007 № 246 «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 23 липня 2007 р. за № 846/14113.

Перед направленням працівників у зону біологічного зараження для ліквідації надзвичайної ситуації та її наслідків, їх повинен оглянути та опитати медичний фахівець щодо відсутності скарг на стан здоров'я. Щоденно перед початком робіт в осередку біологічного зараження медичний фахівець має здійснити медичний огляд та опитати кожного працівника. Дані про стан здоров'я потрібно записати в журнал щоденного медичного контролю за станом здоров'я працівників, які перебувають в осередку біологічного зараження.

Осіб, які скаржаться на погіршення самопочуття або в них виявляються загальні симптоми інфекційного захворювання (підвищення температури тіла,

біль голови, слабкість, нудота тощо) негайно ізолюють в санітарним автотранспортом відвозять до лікувального закладу для обстеження та надання необхідної медичної допомоги.

Фахівець медичної служби, який здійснює медичне забезпечення працівників, що працюють в зоні біологічного зараження, з перших днів ліквідації надзвичайної ситуації повинен вирішити питання щодо територіального лікувального закладу, куди можуть бути госпіталізовані особи в разі виявлення в них проявів інфекційних захворювань.

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

Організують та здійснюють загальну екстрену профілактику інфекційних захворювань фахівці медичної служби. Вони ведуть журнал загальної екстреної профілактики інфекційних захворювань осіб, які потрапили під ризик зараження під час роботи в осередку біологічного зараження.

Особи, які зазнали ризику зараження на інфекційні захворювання внаслідок пошкодження ЗІЗ, підлягають скеруванню на консультацію до лікувального закладу за місцем проведення робіт, щоб визначити, чи потрібно йому специфічна екстрена профілактика лікування і, за можливості подальшого продовження роботи в осередку біологічного зараження.

Особи, які брали участь у ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків, пов'язаних з небезпечними біологічними чинниками, після повернення з осередку біологічного зараження підлягають медичному спостереженню відповідно до обліку інкубаційного періоду відповідного інфекційного захворювання.

Дані про результати щоденного медичного огляду працівників записуються в журнал медичного спостереження за особами, які беруть участь у ліквідації надзвичайних ситуацій в осередку біологічного зараження.

Під час медичного спостереження медичний працівник перевіряє відсутність симптомів інфекційного захворювання (підвищення температури, біль голови, слабкість, нудота тощо). Осіб, які брали участь у ліквідації надзвичайних ситуацій в зоні біологічного зараження, до проведення заключного медичного огляду та здачі спеціального медичного висновку на плановому обліку в місцевому лікувальному закладі.

### **Порядок дій при пошкодженні засобів індивідуального захисту в осередках біологічного зараження**

Якщо пошкоджені засоби індивідуального захисту в осередку з аерозольним поширенням збудника чуми, то відкриті частини тіла оброблюють дезінфекційним розчином (1 % розчином хлораміну) або 70 % етиловим спиртом.

Рот та горло полощуть 70 % етиловим спиртом, ніс закрапують 1 % розчином протарголу.

В очі та ніс капають розчин одного з антибіотиків:

- стрептоміцину: концентрація - 25 мг/л (вміст флакону (0,5 г) розчинити в 20 мл дистильованої води);
- гентаміцину: концентрація - 4 мг/л (вміст флакона (0,08 г) розчинити в 20 мл дистильованої води);
- сизоміцину: концентрація - 5 мг/л (вміст ампули (2 мл = 100 мг) розчинити в 18 мл дистильованої води);
- тобраміцину: концентрація - 4 мг/л (вміст ампули (2 мл = 80 мг) розчинити в 20 мл дистильованої води);
- амикацину: концентрація - 4 мг/л (вміст флакона (2 мл = 0,5 г) розчинити в 123 мл дистильованої води);
- ампіциліну: концентрація - 15 мг/л (вміст флакона (500 мг) розчинити в 33,2 мл дистильованої води).



**При пошкодженні засобів індивідуального захисту в осередку інших небезпечних та особливо небезпечних інфекційних захворювань слизові оболонки рота, носа оброблюють 0,05 % розчином перманганату калію, очі промивають 1 % розчином борної кислоти або закрапують в очі декілька крапель 1 % розчину азотнокислого срібла, у ніс - 1 % розчин протарголу. Рот та горло додатково промивають 70 градусним етиловим спиртом або 0,05 % розчином перманганату калію, або 1 % розчином борної кислоти.**

Якщо ж є скарги на погіршення стану здоров'я та появи симптомів інфекційного захворювання, то медичний працівник організовує негайну госпіталізацію хворого до інфекційного відділення лікувального закладу.

**Примітка. Якщо вказаних препаратів нема, або при алергії на них слизові оболонки треба рясно промити водою.**

**Якщо пошкоджені засоби індивідуального захисту, які пов'язані з пораненням шкірних покривів і слизової оболонки, з рани потрібно вичавити краплі крові і на місце поранення на 3-5 хвилин накласти ватний тампон, змочений дезінфекційним засобом.**

## Тема 2.10. Деконтамінація постраждалих внаслідок дії хімічних, радіаційних чинників та біологічних агентів

### План

1. Основні поняття, визначення та принципи деконтамінації.
2. Деконтамінація рятувальника.
3. Проведення деконтамінації при масових випадках.

#### 1. Основні поняття, визначення та принципи деконтамінації.

**Спеціальна обробка (деконтамінація)** – комплекс заходів із знезараження або видалення радіоактивних, небезпечних хімічних речовин та біологічних патогенних агентів із зовнішніх поверхонь засобів індивідуального захисту, взуття, одягу, обладнання, техніки та інших засобів шляхом їх дезактивації, дегазації, дезінфекції а також санітарної обробки людей.

*Дегазація* – це знезараження (нейтралізація) або видалення отруйних речовин з заражених поверхонь або об'єктів. Дегазація може здійснюватись хімічним, фізико-хімічним або механічним способами. Хімічний спосіб полягає в руйнуванні НХР і переведенні їх в нетоксичні продукти внаслідок хімічної реакції з дегазуючими речовинами.

Фізико-хімічний спосіб полягає у видаленні НХР з заражених об'єктів шляхом розчинення, випаровування або сорбції; при цьому НХР, переходячи в розчин, пар або сорбований стан, повністю зберігає свої токсичні властивості.

Механічний спосіб полягає у видаленні НХР з об'єкту, наприклад сухими тампонами, в ізоляції його на об'єктах шляхом побудови настилів або в зрізанні зараженого шару.

*Дезактивація* – видалення радіоактивних речовин з заражених поверхонь до допустимих величин зараження, безпечних для людини.

Для визначення необхідності проведення дезактивації та досягнутої

повноти обробки здійснюється контроль зараження радіоактивними речовинами об'єктів.

Видалення РР з заражених об'єктів проводиться механічним способом (змітанням, витрушуванням, вибиванням, зрізанням зараженого шару), фізичним способом (здуванням стиснутим повітрям або газокрапельним потоком, пиловідсмоктуванням) або фізико-хімічними способами, які засновані на різних фізико-хімічних процесах змивання РР з заражених поверхонь розчинами миючих засобів, водою, розчинниками.

Деактивація води здійснюється головним чином фільтруванням її через спеціальні фільтри та перегонкою.

*Дезінфекція* – знешкодження хвороботворних мікробів і руйнування токсинів на заражених поверхнях або об'єктах. Дезінфекція здійснюється хімічним, фізичним або механічним способами.

Хімічний спосіб заснований на застосуванні дезінфікуючих або дегазуючих розчинів (рецептур), які володіють властивостями знешкоджувати хвороботворні мікроби та руйнувати токсини.

Фізичний спосіб заснований на руйнуванні хвороботворних мікробів під дією високої температури, наприклад кип'ятінням або застосуванням пару. Механічний спосіб полягає у видаленні біологічних засобів з заражених об'єктів змітанням, витрушуванням, змиванням або зрізанням (ізоляцією) зараженого шару.

*Дезінсекція* – знешкодження комах і кліщів – переносників інфекційних захворювань.

Дезінсекція місцевості, будівель і фортифікаційних споруд проводиться за допомогою спеціальних речовин – інсектицидів, а речового майна – за допомогою інсектицидів і обробкою пароповітряною сумішшю.

*Дератизація* – знешкодження гризунів (мишей, пацюків) – переносників інфекційних захворювань.

Для дератизації використовуються різні отрути (сполуки миш'яку та фосфору) і деякі ОР (хлорпікрин, синильна кислота).

**Санітарна обробка** полягає у видаленні з особового складу радіоактивних речовин, знезараженні або видаленні отруйних речовин і біологічних засобів.

**Контамінація** – наявність хімічних, радіаційних та біологічних чинників на поверхні тіла людини або тварини, в продукті або на продукті, приготовленому для споживання, на іншому предметі, включно транспортний засіб, які можуть становити ризик для здоров'я населення.

**Контамінований постраждалий** – постраждалий внаслідок дії хімічних, радіаційних та біологічних чинників, інших чинників НС, який потребує медичної допомоги і якому не проведено деконтамінацію.

**Деконтамінація (спеціальне оброблення)** — це немедичні заходи, спрямовані на зменшення рівня забруднення (загрози), його впливу на потерпілих та мінімізацію наслідків події радіаційного, хімічного, біологічного характеру (РХБ).

**Первинна деконтамінація** – процес, основною метою якого є максимально можливе та швидке зменшення рівня забруднення потерпілих за допомогою доступних на момент виникнення та розвитку події ресурсів та засобів (видалення одягу, миття водою, миючими засобами, тощо), зменшення рівня забруднення на межі «теплої» та «холодної» зони та запобігання розповсюдженню забруднення за межі небезпечної зони. Первинна деконтамінація може бути поєднана із наданням домедичної допомоги та за можливості має бути виконана до відправлення потерпілих у лікувальні заклади.

**Деконтамінація рятувальника** – процес, який полягає у видаленні або нейтралізації небезпечних речовин із поверхні засобів індивідуального захисту та спорядження.

**Деконтамінаційне сортування** — це процес сортування евакуйованих потерпілих, який полягає у розподілі потерпілих на тих, у яких на явні ознаки впливу небезпечних чинників забруднення, та тих, у яких вони відсутні. Забруднені потерпілі терміново розподіляються та направляються

для проходження первинної деконтамінації. Потерпілі, в яких відсутні явні ознаки забруднення або його впливу, направляються до майданчика спостереження або лікувального закладу. Оперативне визначення потерпілих з наявністю симптомів та ознак дії небезпечних речовин є надзвичайно важливим у випадку виникнення подій із наявністю великої кількості потерпілих.

***Деконтамінаційне сортування не є медичним сортуванням.***

***Основні принципи деконтамінації.***

- наявні сили, засоби та ресурси повинні бути спрямовані у першу чергу на зниження рівня забруднення потерпілих. Інші заходи, що потребують залучення додаткових ресурсів та часу (розгортання деконтамінаційних наметів, викорис-тання спеціального обладнання, підготовка розчинів для ней-тралізації небезпечної речовини), повинні здійснюватись у другу чергу;

- запорукою успішного проведення масової деконтамінації є пошук та застосування найшвидшого підходу (методу), який принесе найменшу шкоду та найбільшу користь для потерпілих;

- не існує ідеального рішення, яке б врахувало всі змінні події із масовим забрудненням потерпілих та забезпечило б швидко та повну деконтамінацію потерпілих від усіх можливих видів небезпек;

- час має вирішальне значення для порятунку та збереження життя;

- роздягання потерпілих є одним із найважливіших та найефективніших етапів деконтамінації і повинне бути здійснено якомога швидше. Як свідчить практика, майже у всіх випадках це може допомогти у видаленні 80-90% фізичного забруднення потерпілих.

***Планова мобільна первинна масова деконтамінація.***

*Планова мобільна первинна масова деконтамінація* – полягає у завчасному розгортанні та підготовці пункту деконтамінації у випадку проведення заходів із масовим перебуванням людей.

*Пункт деконтамінації має забезпечити:*

- збір, облік та маркування забрудненого одягу та особистих цінних речей потерпілих;

- облік потерпілих;
- безперебійну подачу миючих засобів (води);
- використання миючих засобів;
- можливість повторної деконтамінації;
- наявність змінного одягу;
- медичне сортування;
- евакуацію потерпілих у медичні заклади.

#### **Алгоритм дій:**

- зустріч потерпілого та його інструктаж;
- облік потерпілого;
- збір, пакування та маркування особистих цінних речей;
- зняття (видалення одягу), його пакування та маркування;
- миття, обтирання потерпілого;
- одягання потерпілого у змінний одяг;
- передача потерпілого медпрацівникам.

*Деконтамінація 100% людей під час проведення заходів із масовим перебуванням людей є неможливою.*

#### ***Оперативна первинна масова деконтамінація.***

***Оперативна (екстрена) первинна масова деконтамінація*** – полягає в оперативному розгортанні пункту деконтамінації на місці виникнення РХБ події з використанням сил, засобів та ресурсів, доступних на даний момент.

#### ***Пункт деконтамінації має забезпечити:***

- збір забрудненого одягу та особистих цінних речей потерпілих;
- безперебійну подачу миючих засобів (води), за наявності використання миючих засобів;
- можливість повторної деконтамінації;
- наявність змінного одягу;
- медичне сортування;

- евакуацію потерпілих у медичні заклади.

***Особливості:***

- неможливо спланувати заздалегідь;
- використовуються лише доступні сили та засоби.

***Алгоритм дій:***

- зустріч потерпілого та його інструктаж;
- збір особистих цінних речей;
- зняття (видалення) одягу;
- миття, обтирання потерпілого;
- одягання потерпілого у змінний одяг;
- передача потерпілого медпрацівникам.

В залежності від обстановки на місці події первинна масова деконтамінація може організовуватися для потерпілих, які можуть пересуватися самостійно, та для осіб, яким потрібна допомога (особи із обмеженими можливостями для пересування, непритомні потерпілі, важко травмовані).

***Найпростіший вид первинної оперативної масової декон-тамінації:***

- створення штучного водяного коридору із використанням пожежних автомобілів;
- використання ручних або стаціонарних пожежних стволів;

Для оперативності процесу та організації управління потерпілими перед пунктом деконтамінації та після нього призначаються рятувальники, завданням яких є допомогти оперативно та безпечно зняти одяг, змити небезпечні речовини та перевірити якість змиву.

**2. Деконтамінація рятувальника**

Оснащення та склад пункту деконтамінації залежать від наявних та доступних сил, засобів та ресурсів.

Деконтамінація може бути організована шляхом подачі води за допомогою ручних пожежних стволів або із використанням деконтамінаційних наметів.

Кількість особового складу пункту деконтамінації має забезпечити наступні обов'язкові заходи:

- зустріч рятувальників перед пунктом деконтамінації, збір та пакування індивідуального спорядження, окрім апаратів захисту органів дихання на стиснутому повітрі;

- допомогу у змитті забруднення із засобів індивідуального захисту;

- зняття засобів індивідуального захисту, їх сортування, деконтамінацію та пакування.

У зв'язку із доступністю та високою ефективністю основний акцент під час деконтамінації робиться на фізичному видаленні забруднення із використанням води.

Використання засобів дезактивації може значно сповільнити процес, потребуватиме додаткових ресурсів, особливих знань і вмінь персоналу, який проводить деконтамінацію.

### **3. Проведення деконтамінації при масових випадках**

За умови масового надходження контамінованих постраждалих додатково розгортаються деконтамінаційні системи. Ці системи можуть бути мобільними (намети), або стаціонарними.

Рішення щодо застосування типу деконтамінаційної системи визначається територіальною доступністю, вартістю, кількістю контамінованих постраждалих та потребами в мобільності цієї системи.

У міжнародній практиці на ранньому госпітальному етапі для деконтамінації використовують стаціонарні та мобільні деконтамінаційні системи. У мобільній системі можна проводити деконтамінацію 25-75 постраждалих на годину.



Мобільні системи є дешевшими, ніж вбудовані стаціонарні, але потребують більшого часу на розгортання та підготовку до роботи. Системи можуть бути модульного або відкритого типу. При модульному типі проводять деконтамінацію кожного постраждалого окремо. Незручністю є те, що постраждалий не може рухатись далі по модулю, доки не звільнився наступний модуль. Відкритий тип забезпечує максимальну пропускну спроможність.

Багато моделей мобільного типу оснащено дренажем та резервуаром для збирання стічної води. Моделі стаціонарного типу потребують встановлення піддонного резервуару для стічної води. Необхідно визначитись, як довго деконтамінаційна система може працювати на повну потужність, враховуючи заповнення резервуару. Стічні води після проведення масової деконтамінації можуть представляти загрозу вторинного забруднення.

Медичні відходи відокремлюються від твердих відходів і підлягають спеціальній утилізації. Рекомендується розміщувати будь-які контаміновані гострі предмети (голки, скальпелі тощо) у твердих ємкостях (закриті пластикові контейнери, футляри для голок тощо).

Розміщення деконтамінаційних систем має враховувати послідовність проведення деконтамінації для унеможливлення контакту контамінованих і деконтамінованих постраждалих.