

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ  
ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО ТА ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Методичною радою ОДЕКУ  
\_\_\_\_\_ р.

ЗАТВЕРДЖЕНО  
на засіданні кафедри фізичного  
виховання та валеології  
протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ р.  
Зав. каф. \_\_\_\_\_ Харасанджянц О.Г.

Одеса  
2023

Методичні рекомендації щодо забезпечення радіаційного та хімічного захисту/  
Укладачі: старший викладач, Іванова О.В., старший викладач Ювченко Н.М.,  
Одеса, ОДЕКУ, 2023 р., 79 с., укр. мова.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>1 ФІЗИЧНИЙ ЗМІСТ ПРОЦЕСІВ РАДІОАКТИВНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ХІМІЧНОГО ЗАРАЖЕННЯ, ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ВЛАСТИВОСТІ</b> .....	5
1.1 Радіоактивне випромінювання.....	5
1.2 Сильнодіючі ядучі речовини (СДЯР) .....	10
<b>2 ЗАСОБИ ТА ЗАХОДИ ЗАХИСТУ ВІД РАДІАЦІЙНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ХІМІЧНОГО УРАЖЕННЯ</b> .....	19
2.1 Індивідуальні засоби захисту.....	21
2.2 Колективні засоби захисту .....	29
<b>3 ОРГАНІЗАЦІЯ РАДІАЦІЙНОГО ТА ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ</b> .....	34
3.1 Радіаційний та хімічний захист як складова частина системи цивільного захисту в університеті.....	34
3.2 Радіаційна обстановка та її етапи.....	38
3.3 Хімічна обстановка та її етапи .....	58
3.3 Прогнозування наслідків впливу сильнодіючих ядучих речовин .....	62
3.4 Прогнозування наслідків впливу радіоактивних речовин .....	67
3.4. Перелік документації щодо організації радіаційного та хімічного захисту в університеті .....	75
3.5. Перелік дій при виникненні надзвичайних ситуацій радіаційного та хімічного характеру.....	76
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	78

## ВСТУП

В умовах інтенсивного розвитку науки та техніки перед людством виникли нові небезпеки, які проявляються у всіх сферах життєдіяльності людини. Насамперед, це небезпеки, пов'язані з впливом радіації та небезпечних хімічних речовин. І перші, і другі виникають тільки у відповідних ситуаціях, які можуть виникнути за межами ОДЕКУ, але розповсюдитись своїми наслідками на територію університету, якщо не враховувати вплив деяких штучних матеріалів побуту, які можуть включати в себе радіоактивні елементи, або хімічні речовини, які можуть використовуватися у побутових умовах.

Основною метою написання методичних вказівок є розкриття питання щодо організації відповідних дій при загрозі виникнення радіаційного та хімічного зараження.

Наслідки виникнення хімічних та радіаційних аварій неможливо переоцінити. З ними завжди пов'язані трагічні ситуації та великі матеріальні збитки, тому перш за все наведемо фізичну суть негативного впливу вищезазначених небезпек.

Ці рекомендації можна використовувати бакалаврам та магістрам всіх спеціальностей при вивченні тем з розділів для дисципліни Безпека життєдіяльності та основи охорони праці (БЖД та ООП) “Забезпечення безпечної життєдіяльності”, а саме: “Безпека життєдіяльності в умовах надзвичайних ситуацій”, та для дисципліни Охорона праці в галузі та цивільний захист “Прогнозування обстановки та планування заходів захисту в зонах радіоактивного та хімічного зараження”, а також на факультативних заняттях з БЖД та ООП, присвячених темам “Техногенні небезпеки”.

В Одеському університеті вже на протязі майже тридцяти років на кафедрі Фізики та Технологій захисту навколишнього середовища ведеться розробка навчально-методичного забезпечення і підготовка кадрів з напрямів Радіоекологія та Технології захисту навколишнього середовища. Накопичений значний досвід в царині вивчення властивостей іонізуючого випромінення та його взаємодії із речовиною та навколишнім середовищем, ведуться наукові дослідження, спрямовані на розробку ефективних технологій захисту від іонізуючого випромінення.

# 1 ФІЗИЧНИЙ ЗМІСТ ПРОЦЕСІВ РАДІОАКТИВНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ХІМІЧНОГО ЗАРАЖЕННЯ, ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ВЛАСТИВОСТІ

## 1.1 Радіоактивне випромінювання

Із відкриття рентгенівських променів почалася історія відкриття радіоактивності, й допоміг у цьому випадок.

Поштовхом до досліджень стало припущення вчених, що рентгенівські промені можуть виникати під час короткотривалого світіння деяких речовин, опромінених перед тим сонячним світлом.

Рентгенівські промені, на відміну від світлових, проходять крізь чорний папір, учений узяв загорнуту в чорний папір фотопластинку, поклав на неї крупинки уранової солі й на кілька годин виніс фотопластинку на яскраве сонячне світло. Після проявлення на фотопластинці виявилися темні плями саме в тих місцях, де лежала уранова сіль. Таким чином було з'ясовано, що уранова сіль дійсно випускає випромінювання, яке має велику проникну здатність і діє на фотопластинку.

Беккерель вирішив продовжити дослідження й підготував дослід, який дещо відрізнявся від попереднього. Проте вченому завадила похмура погода, і він із жалем поклав готову до дослідження фотопластинку з урановою сіллю та мідним хрестом між ними в шухляду стола. Через кілька днів, так і не дочекавшись появи сонця, учений вирішив про всяк випадок проявити фотопластинку. Результат був несподіваним: на пластинці з'явився контур хреста. Тож сонячне світло тут ні до чого, і сіль Урану сама, без впливу зовнішніх факторів, випускає невидиме випромінювання, якому не є перешкодою навіть шар міді [1]!

Пізніше таке випромінювання назвуть радіоактивним випромінюванням (від латин. *radio* — випромінюю, *activus* — дієвий); здатність речовин до радіоактивного випромінювання — радіоактивністю; нукліди, ядра яких мають таку здатність, — радіонуклідами.

«Чи тільки Уран випускає “промені Беккереля”?» — саме з пошуку відповіді на це запитання почала свою роботу з вивчення радіоактивності М. Склодовська-Кюрі. Ретельно перевіривши на радіоактивність практично всі відомі на той час елементи, вона виявила, що радіоактивні властивості має також Торій. Крім того, М. Склодовська-Кюрі та її чоловік П. Кюрі відкрили й нові радіоактивні елементи.

Згодом виявили, що радіоактивність є властивою всім без винятку нуклідам хімічних елементів, порядковий номер яких більший за 82. Проте й всі інші елементи мають радіоактивні нукліди (природні або одержані штучно).

Досліди з вивчення природи радіоактивного випромінювання показали, що радіоактивні речовини можуть випромінювати промені таких видів: позитивно заряджені частинки ( $\alpha$  (альфа)-випромінювання), негативно заряджені частинки ( $\beta$  (бета)-випромінювання) і нейтральні промені ( $\gamma$  (гамма)-випромінювання).

Найбільший внесок у вивчення  $\alpha$ -випромінювання зробив Е. Резерфорд. Учений одним із перших з'ясував, що  $\alpha$ -випромінювання — це потік ядер атомів Гелію ( ${}^4_2\text{He}$ ), які рухаються зі швидкістю порядку  $10^7$  м/с. Заряд  $\alpha$ -частинки дорівнює двом елементарним зарядам:  $q_\alpha = +2|e| \approx +3,2 \cdot 10^{-19}$  Кл [2].

$\beta$ -випромінювання, як і  $\alpha$ -випромінювання, відхиляється магнітним полем. Виявлено, що  $\beta$ -випромінювання — це потік електронів, які летять зі швидкістю, наближеною до швидкості поширення світла.

Вивчення  $\gamma$ -випромінювання показало, що це електромагнітні хвилі надзвичайно високої частоти (понад  $10^{18}$  Гц). Швидкість поширення цих хвиль у вакуумі становить  $3 \cdot 10^8$  м/с.

У більшості людей слово «радіація» асоціюється з небезпекою. І це, безумовно, правильно. Радіоактивне випромінювання не фіксується органами чуття людини, проте відомо, що воно може призвести до згубних наслідків. Від впливу радіації можна захиститися, побудувавши на шляху випромінювання перешкоду.

Види радіоактивного випромінювання

*$\alpha$ -частинки — ядра атомів Гелію*

*$\beta$ -частинки — швидкі електрони*

*$\gamma$ -промені — високочастотне (короткохвильове) електромагнітне випромінювання*

Простіше за все захиститися від  $\alpha$ - і  $\beta$ -випромінювань. Хоча  $\alpha$ - і  $\beta$ -частинки летять із величезною швидкістю, їх потік легко зупиняє навіть тонка перешкода. Як показали експерименти, достатньо тонкого аркуша паперу (0,1 мм), щоб зупинити  $\alpha$ -частинки;  $\beta$ -випромінювання повністю поглинається, наприклад, алюмінієвою пластинкою завтовшки 1 мм.

Найважче захиститися від  $\gamma$ -випромінювання — воно проникає крізь доволі товсті шари матеріалів. В окремих випадках для захисту від  $\gamma$ -випромінювання необхідні бетонні стіни завтовшки кілька метрів.

Вивчення радіоактивності показало, що радіоактивне випромінювання є наслідком перетворень ядер атомів. Причому ці перетворення відбуваються випадково (без жодних причин), їх не можна прискорити або сповільнити, вони не залежать від зовнішнього впливу, тобто на них не впливають зміни тиску й температури, дія магнітного та електричного полів, хімічні реакції, зміна освітленості тощо.

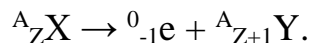
Радіоактивність — здатність ядер радіонуклідів довільно перетворюватися на ядра інших елементів із випромінюванням мікрочастинок.

Випромінюючи  $\alpha$ - чи  $\beta$ -частинки, вихідне (материнське) ядро перетворюється на ядро атома іншого елемента (дочірнє ядро);  $\alpha$ - і  $\beta$ -розпади супроводжуються  $\gamma$ -випромінюванням. З'ясовано, що радіоактивні перетворення підпорядковуються так званим правилам зміщення [3].

1. Під час  $\alpha$ -розпаду кількість нуклонів у ядрі зменшується, тому утворюється ядро елемента, порядковий номер якого на 2 одиниці менший від порядкового номера вихідного елемента:



2. Під час  $\beta$ -розпаду кількість нуклонів в ядрі не змінюється, тому утворюється ядро елемента, порядковий номер якого на одиницю більший за порядковий номер вихідного елемента:



Учені з'ясували, що вихідне (материнське) ядро атома радіоактивного елемента  $X$  може зазнавати цілої низки перетворень: ядро атома елемента  $X$  перетворюється на ядро атома елемента  $Y$ , потім на ядро атома елемента  $Z$  і т. д., однак у цьому ланцюжку не може бути випадкових «гостей».

Сукупність усіх ізотопів, які виникають у результаті послідовних радіоактивних перетворень даного материнського ядра, називають радіоактивним рядом. Виявлено, що існують чотири радіоактивні ряди, які об'єднують усі відомі в природі радіоактивні елементи: ряд Торію (починається з Торію-232), ряд Урану-Радію (починається з Урану-238); ряд Урану-Актинію (починається з Урану-235); ряд Нептунію (починається з Нептунію-237).

Більшість існуючих у природі та штучно отриманих нуклідів є радіоактивними: їхні ядра довільно розпадаються, випромінюючи мікрочастинки та перетворюючись на інші ядра.

Фізики стверджують, що дізнатися про це неможливо: розпад того чи іншого ядра радіонукліда — подія випадкова. Разом із тим поведінка радіоактивної речовини в цілому підлягає чітко визначеним закономірностям.

Якщо взяти закриту скляну колбу, що містить певну кількість Радону-220, то виявиться, що приблизно через 56 с кількість радону в колбі зменшиться вдвічі. Ще через 56 с із решти атомів знову залишиться половина і т. д. Отже, зрозуміло, чому інтервал часу 56 с був названий періодом піврозпаду Радону-220.

Період піврозпаду  $T_{1/2}$  — це фізична величина, що характеризує радіонуклід і дорівнює часу, протягом якого розпадається половина наявної кількості ядер даного радіонукліда.

Одиниця періоду піврозпаду в системі СІ — секунда:  $[T_{1/2}] = 1 \text{ с}$ .  
 У кожного радіонукліда — свій період піврозпаду (табл. 1) [4].

Таблиця 1.1 – Періоди напіврозпаду різних радіонуклідів

Радіонуклід	Період піврозпаду $T_{1/2}$
Йод-131	8 діб
Карбон-14	5700 років
Кобальт-60	5,3 року
Плутоній-239	24 тис. років
Радій-226	1600 років
Радон-220	56 с
Радон-222	3,8 доби
Уран-235	0,7 млрд років
Уран-238	4,5 млрд років
Цезій-137	30 років

Фізичну величину, яка чисельно дорівнює кількості розпадів, що відбуваються в певному радіоактивному джерелі за одиницю часу, називають активністю радіоактивного джерела.

Активність радіоактивного джерела позначають символом  $A$ . Одиниця активності в СІ — бекерель.

1 Бк — це активність такого радіоактивного джерела, в якому за 1 с відбувається 1 акт розпаду.

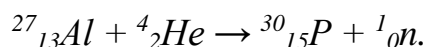
$$[A] = 1 \text{ Бк} = 1 \frac{\text{розп}}{\text{с}} = 1 \text{ с}^{-1}.$$

1 Бк — це дуже мала активність, тому використовують позасистемну одиницю активності — кюрі (Ки):

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}.$$

Оскільки з плином часу в радіоактивному зразку кількість ядер радіонуклідів, що не розпалися, зменшується, то зменшується й активність зразка.

Перший штучний радіоактивний ізотоп ( $^{30}_{15}\text{P}$ ) був отриманий на початку 1934 р. подружжям Фредеріком і Ірен Жоліо-Кюрі. Опромінюючи  $\alpha$ -частинками алюміній, вони спостерігали випромінювання нейтронів, тобто відбувалася така ядерна реакція:





Італійський фізик Енріко Фермі уславив своє ім'я багатьма видатними досягненнями. Однак свою найвищу нагороду — Нобелівську премію — учений одержав за відкриття штучної радіоактивності, спричиненої опромінюванням речовини повільними нейтронами. Зараз метод опромінювання нейтронами широко застосовують у промисловості для отримання радіоактивних ізотопів.

Наявність у певному об'єкті радіонуклідів можна виявити за випромінюванням. Активність випромінювання залежить від виду радіонукліда та його кількості, яка з часом зменшується. Все це покладено в основу використання радіоактивних ізотопів, які фізики навчилися отримувати штучно. Зараз для кожного хімічного елемента, що зустрічається в природі, отримано штучні радіоактивні ізотопи.

Можна визначити два напрями використання радіоактивних ізотопів.

1. Використання радіоактивних ізотопів як індикаторів. Радіоактивність є своєрідною міткою, за допомогою якої можна виявити наявність елемента, простежити за поведінкою елемента під час фізичних і біологічних процесів тощо.

2. Використання радіоактивних ізотопів як джерел  $\gamma$ -випромінювання.

Організм людини має властивість накопичувати у своїх тканинах певні хімічні речовини. Відомо, наприклад, що щитоподібна залоза накопичує йод, кісткова тканина — фосфор, кальцій і стронцій, печінка — деякі барвники тощо. Швидкість накопичування речовин залежить від стану здоров'я органа. Наприклад, відомо, що активність щитоподібної залози різко зростає у випадку базедової хвороби.

За кількістю йоду в щитоподібній залозі зручно стежити за допомогою його  $\gamma$ -радіоактивного ізотопу. Хімічні властивості радіоактивного і стабільного йоду не відрізняються, тому радіоактивний Йод-131 буде накопичуватися так само, як і його стабільний ізотоп.

Якщо щитоподібна залоза в нормі, то через певний час після введення в організм Йоду-131  $\gamma$ -випромінювання від нього матиме певну оптимальну інтенсивність. А от якщо щитоподібна залоза функціонує з відхиленням від норми, то інтенсивність  $\gamma$ -випромінювання буде аномально високою або, навпаки, низькою.

Аналогічний метод застосовують для досліджування обміну речовин в організмі, виявлення пухлин та ін.

Зрозуміло, що, використовуючи зазначені методи діагностики, необхідно ретельно дозувати кількість радіоактивного препарату, щоб внутрішнє опромінювання спричинило мінімальний негативний вплив на організм людини.

В атмосфері Землі завжди є певна кількість  $\beta$ -радіоактивного Карбону  $^{14}_6\text{C}$ , який утворюється з Нітрогену внаслідок ядерної реакції з нейтронами. Цей ізотоп у складі вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ) поглинається рослинами, а через них — тваринами. Поки тварина або рослина живі, вміст радіоактивного Карбону в них

залишається незмінним. Після припинення життєдіяльності організму кількість радіоактивного Карбону починає зменшуватися, зменшується й активність β-випромінювання. Знаючи, що період піврозпаду Карбону  $^{14}_6\text{C}$  становить 5700 років, можна визначити вік археологічних знахідок.

Особливе значення в техніці мають гамма-дефектоскопи, за допомогою яких перевіряють, наприклад, якість зварених з'єднань. Якщо майстер, приварюючи петлі до воріт, припустився браку, через деякий час петлі відвалюються. Це, звісно, неприємно, але ситуацію можна виправити. А от якщо брак стався у зварюванні елементів конструкції моста або ядерного реактора, трагедія неминуча. Завдяки тому що γ-промені по-різному поглинаються масивною сталлю і сталлю з порожнинами, гамма-дефектоскоп «бачить» тріщини всередині металу, а отже, виявляє брак ще на стадії виготовлення конструкції.

Відомо, що певна доза опромінення вбиває організми. Але ж не всі вони корисні для людини. Так, медики невпинно працюють над тим, щоб позбутися хвороботворних мікробів. Згадайте: в лікарнях миють підлогу спеціальними розчинами, опромінюють приміщення ультрафіолетом, обробляють медичний інструмент і т. д. Такі процедури називають дезінфекцією та стерилізацією.

Поставити процес стерилізації на промислову основу дозволили особливості γ-випромінювання. Така стерилізація здійснюється у спеціально створених установках із надійним захистом від проникаючої радіації. Як джерело γ-променів використовують штучно створені ізотопи Кобальту ( $^{60}_{27}\text{Co}$ ) і Цезію ( $^{137}_{55}\text{Cs}$ ).

## 1.2 Сильнодіючі ядучі речовини (СДЯР)

**Сильнодіючі отруйні речовини (СДЯР)** – це токсичні хімічні сполуки, що утворюються у великих кількостях в процесі промислового виробництва, і спроможні у випадку руйнувань (аварій) на хімічно небезпечних об'єктах надходити до атмосфери, викликаючи масові ураження цивільного населення і особового складу Збройних Сил та інших силових міністерств і відомств.

Сучасний стан світової економіки характеризується неухильним зростанням об'єму хімічного виробництва.

За даними ВООЗ, на теперішній час кількість отруйних речовин перевищила 60 тисяч хімічних сполук та щорічно збільшується на 500–700 найменувань. Крім того, біля 500 відносяться до групи СДОР найбільш токсичних для людини.

Сьогодні в Україні нараховується понад 1500 різних об'єктів, які виробляють, зберігають або використовують більше 280 тис. тон різноманітних СДОР. У зонах цих об'єктів мешкають 22 млн. чоловік. Основну кількість (до

95%) із них складають об'єкти, що містять аміак та хлор. Окрім цього, цілодобово залізницями України транспортується близько 15000 одиниць рухомого складу з небезпечними вантажами [5].

Незважаючи на те що населення України становить близько 1% населення світу, в Україні переробляється до 5% загальної кількості мінеральних речовин, а навантаження токсикантами на довкілля, внаслідок цього, вище, ніж у країнах Західної Європи у 3,2 рази і вище ніж у США у 6,2 рази.

Номенклатура продукції, що випускає хімічний завод, може включати тисячі різних матеріалів і речовин, більшість з яких надзвичайно токсичні. Небезпечність таких заводів для людини та оточуючого середовища очевидна. Яскравим прикладом тому може свідчити аварія на хімічному заводі в м. Севезо (Італія, 1976 р). Внаслідок аварії територія (більше 20 км<sup>2</sup>) була заражена діоксином, постраждало більше 1000 чоловік (при загальній кількості жителів в зоні зараження 27,6 тис. чол.).

Найбільш великою аварією на хімічному виробництві за всю світову історію розвитку промисловості, була катастрофа в Бхопалі (Індія, 1984 р) від якої померло близько 2500 і призвела до ураження більше 170 тис. чоловік. На хімічному заводі американської корпорації Union Carbide, на якому існувало п'ять різних виробництв, у тому числі метилізоціанату та фосгену, що володіють високою токсичністю, стався викид в оточуюче середовище 30 т метилізоціанату. Цього ж року, від вибуху зріджених вуглеводнів у сховищі м. Сан-Хуан-Іксуатепека (Мексика) загинуло не менше 500, а ураження отримали майже 7200 чоловік.

На території колишнього СРСР впродовж 1985–2000-го років сталися понад 204 аварії з викидами промислових отрут. Кожна восьма з них на території України. Внаслідок аварій постраждали 1605 чоловік, отруєння 63 чоловік (4%) були смертельними. В 103 випадках для ліквідації аварій залучалися сили та засоби медичної служби Збройних Сил.

У сучасній війні в густонаселених та промислово розвинутих регіонах противник, навіть не застосовуючи ЗМУ, може створити змішану хімічну обстановку масовими ударами звичайних, в тому числі і високоточних наземних, повітряних і космічних засобів боротьби по чисельним хімічним підприємствам та складам сировини напівпродуктів.

Вплив СДОР на оточуюче середовище, населення та особовий склад військ можливий при руйнуванні ХНО внаслідок аварійних ситуацій, стихійних лих, а також під час військових дій [6].

Під хімічно небезпечним об'єктом (ХНО) розуміють об'єкт народного господарства, де виробляються або зберігаються СДОР, при аварії або руйнуванні якого можуть виникнути масові ураження людей і тварин, а також пошкодження рослинності. В мирний час усі ці об'єкти належать до потенційно

небезпечних хімічних виробництв, а у воєнний час – до додаткових джерел хімічної небезпеки для військ та цивільного населення. Усього в Україні функціонує більше 2000 об'єктів промисловості, на яких виробляється, зберігається або використовується в виробничій діяльності більше 300 тис. тон СДОР, у тому числі близько 10 тис. тон хлору та 180 тис. тон аміаку.

#### **До ХНО відносяться:**

- Підприємства хімічної, нафтопереробної, нафтоперегінної, целюлозно-паперової, текстильної, металургійної та ін. видів промисловості.
- Підприємства, обладнані холодильними установками, водопровідні станції та водоочисні споруди, що використовують аміак і хлор, трубопроводи.
- Залізничні станції що мають для відстою рухомий потяг, який перевозить СДОР, транспортні засоби.
- Склади і бази з запасом речовин для дезінфекції, дезінсекції та дератизації сховищ з зерном та продовольством.
- Склади і бази з запасами отрутохімікатів, що використовуються у сільському господарстві.
- Дослідницькі центри, термінали.
- Військові хімічні об'єкти (склади і полігони, заводи по знищенню хімічних боєприпасів, спецтранспорт, склади і об'єкти ракетних палив).

**Хімічно-небезпечні об'єкти характеризуються ступенем хімічної небезпеки.** Так за кількістю населення, що проживає у зонах можливого хімічного зараження виділяють 4 ступені хімічної небезпеки об'єкту [7]:

- 1 ступінь хімічної небезпеки - у зонах можливого хімічного зараження від кожного з них мешкає більше 75 тис. чол.;
- 2 ступінь хімічної небезпеки - у зонах можливого хімічного зараження від кожного з них мешкає від 40 до 75 тис. чол.;
- 3 ступінь хімічної небезпеки - у зонах можливого хімічного зараження від кожного з них мешкає менше 40 тис. чол.;
- 4 ступінь хімічної небезпеки - не виходить за межі об'єкту.

Всього в зонах можливого хімічного зараження від цих об'єктів мешкає близько 22 млн. чол.

В місті Києві всього нараховується 40 ХНО, серед них 8 – відносяться до I ступеню небезпеки.

За кількістю СДОР, що зберігаються на ХНО виділяють 3 ступеня хімічної небезпеки об'єкту – по хлору:

- I ступінь 250 тон і більше.
- II ступінь 250-50 т.
- III ступінь 50-0,8 тон.

Для характеристики ХНО, де використовуються інші СДОР застосовується коефіцієнт еквівалентності токсичної речовини до I тони хлору:

- аміак – 10,
- сірководень – 10,
- окисли азоту, – 6,
- синильна кислота – 2,
- фосген – 0,75.

На хімічному підприємстві зберігається в середньому 3–15 добовий запас СДОР.

Крім того, ступінь хімічної небезпеки об'єкту визначають за показниками токсичності СДОР, які зберігаються на ХНО. За цією класифікацією виділяють 4 ступені небезпечності ХНО (табл. 1.2).

Таким чином, ступінь хімічної небезпеки об'єкту визначається кількістю населення, що проживає у зонах можливого зараження, а також кількістю та токсичністю СДОР, що зберігається, використовується або застосовується на ХНО.

#### **Існують кілька способів зберігання СДОР:**

- в резервуарах під високим тиском (до 100 атм.);
- в ізотермічних сховищах під тиском;
- в закритих ємностях без тиску при температурі оточуючого середовища.

При всіх способах зберігання можливе руйнування ємності з СДОР і вихід його в оточуюче середовище.

При прогнозуванні наслідків аварії прийнято, що в мирний час можливе руйнування однієї ємності, а у воєнний час одночасне руйнування всіх ємностей, що знаходяться на ХНО.

**В Україні найбільш потенційно небезпечними СДОР вважаються хлор та аміак.**

Хлор ( $Cl_2$ ) відноситься до сильнодіючих токсичних речовин, запаси якого на об'єктах народного господарства особливо великі. Так, на водоочисній

станції великого міста може знаходитись більше 10 т цієї речовини. При руйнуванні такого об'єкта формується вогнище хімічного ураження, де

Таблиця 1.2 - Ступені хімічної небезпеки об'єкту за показниками токсичності СДОР

Показник токсичності	Надзвичайно небезпечні (I ступінь)	Високонебезпечні (II ступінь)	Помірно небезпечні (III ступінь)	Малонебезпечні (IV ступінь)
Гранично допустима концентрація у повітрі робочої зони мг/м <sup>3</sup>	менше 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	більше 10,0
Середньо смертельна доза при введенні у шлунок мг/кг	менше 15,0	15-150	151-5000	більше 5000
Середньо смертельна доза при нанесенні на шкіру мг/кг	менше 100	100-500	501-2500	більше 2500
Середньо смертельна концентрація в атмосфері мг/м <sup>3</sup>	менше 500	500-5000	5001-50000	більше 50000

кількість отруєних може перевищити декілька тисяч.

Знаходить широке застосування через інтенсивну окислювальну дію (відбілювач, дезінсекційний і дезінфікуючий засіб). Транспортується в рідкому стані.

Хімічно-небезпечні об'єкти, на яких використовуються і зберігаються велика кількість хлору, хлормістких та інших летких токсичних речовин (склади рідкого хлору, водопровідно-каналізаційні станції, хімічні підприємства Мінпромполітики) у значній мірі оснащені застарілим або зношеним обладнанням.

Нещасні випадки найчастіше пов'язані з розгерметизацією резервуарів або газопроводів. Може вільно виділятися при реакції отримання хлорного вапна.

Аміак ( $\text{NH}_3$ ) використовується для виробництва азотної кислоти, аміачного добрива, як холодоагент в холодильних установках.

Крім залізничних, автомобільних та морських перевезень, аміак в значних кількостях транспортується трубопроводами, в зв'язку з чим можливі аварійні викиди в атмосферу.

Технічний стан холодильно-компресорного обладнання, апаратів, запірної та регулюючої апаратури, систем електропостачання, контрольно-вимірювальних приладів та автоматики на переважній більшості (близько 90%) підприємств не гарантує безпечну роботу аміачних холодильних установок [8].

У холодопроводах, по яких аміак надходить з машинних відділень до охолоджувальних камер, під час роботи міститься від 0,5 до 6 тонн аміаку. Правилами улаштування у холодопроводах не передбачено розділення їх на окремі секції, що у разі пошкодження траси робить неможливою зупинку подачі аміаку і призводить до повного його витоку.

На близько 40% перевірених підприємств через порушення герметичності холодильних систем щорічно здійснюється їх дозаправка рідким аміаком у кількостях від 5 до 36 тонн. Систематичний витік аміаку з цих систем створює загрозу вибуху у машинних відділеннях та холодильних камерах, приточно-витяжна вентиляція яких у 50% випадків не повністю відповідає нормативним вимогам.

Майже на кожному третьому підприємстві у тій чи іншій мірі порушуються правила складування та зберігання рідкого аміаку. Основними недоліками, які спостерігаються на цих підприємствах, є відсутність або пошкодження обвалування навколо резервуарів та ресиверів, відсутність резервних ємностей, відсутність або несправність аварійних насосів, незахищеність ємностей від блискавки та прямої дії сонячних променів.

На близько 60% підприємств, які зберігають аміак у балонах (це, як правило, малі підприємства, підприємства споживчих спілок, окремі цехи та дільниці), балони зберігаються у непристосованих складах, а іноді складуються на землі або у виробничих приміщеннях. Перевіркою встановлено, що на значній кількості підприємств установки для створення водяної завіси навколо резервуарів рідкого аміаку не забезпечують первинної локалізації аміачної хмари у разі аварії з його викидом, а в деяких випадках взагалі не працюють.

Крім хлору та аміаку, в Україні широко застосовуються такі СДОР як етиленхлоргідрин, 2,4-динітрофенол, акрилонітрил, сірководень, сірковуглець, бромистий метил, етиленоксид та діоксин.

**Окремо необхідно зупинитися на діоксині.** У В'єтнамі, як дефоліант у воєнних цілях застосовувався гербіцид 2,4, 5-Т (трихлорфеноксиоцтова кислота), в якому був як побічний продукт високотоксичний діоксин (2,3, 7,8-тетрахлордібензо-п-діоксин). Діоксину тоді не надавалось належного токсикологічного значення. У теперішній час відома значна кількість хімічних

технологій, при яких, як побічний продукт утворюється діоксин: при хлоруванні води, виробництві паперу, крім того, при горінні хлорорганічних сполук.

Великою проблемою для України, на сьогоднішній день, залишається низький рівень оснащення ХНО системами автоматизованого виявлення СДОР у повітрі. Наявність таких систем складає лише 19%.

Локальними системами оповіщення обладнанні в середньому 60% підприємств, але на більшості з них вони не мають достатнього забезпечення приладами: автоматичного зв'язку з локальними системами виявлення, метеоприладами, автоматичної обробки інформації та подання сигналу про зараження, що передбачено Правилами експлуатації аміачних холодильних установок та іншими нормативними документами.

Іншими недоліками, які спостерігаються в організації оповіщення, є відсутність прямого зв'язку зі штабами цивільної оборони та з надзвичайних ситуацій відповідного рівня, органами внутрішніх справ, аварійно-рятувальними підрозділами, низька якість зв'язку та частий вихід його з ладу через технічні причини, низький рівень підготовки чергових диспетчерів щодо здійснення оповіщення. До цього слід додати, що працюючий персонал переважної більшості підприємств недостатньо проінформований про сигнали оповіщення та про дії після їх подання.

Об'єктові спеціалізовані формування створені практично на всіх підприємствах, але, як свідчать результати перевірки їх готовності до дій за призначенням, на майже 70% підприємств вони не спроможні у повному обсязі забезпечити локалізацію та первинну ліквідацію наслідків можливої аварії, пов'язаної з викидом СДОР, у зв'язку зі скороченням штату працюючого персоналу, брак або застарілість необхідної для цього техніки та майна.

Різноманітність хімічних сполук, які відносяться до СДОР, та суттєва відмінність між ними за способом дії на людину зумовлює існування декількох класифікацій токсичних речовин, що застосовуються в промисловості.

За величиною небезпеки для організму СДОР класифікують використовуючи різні показники.

У класифікації, в основу якої покладені граничнодопустимі концентрації СДОР у повітрі робочої зони, виділяють чотири класи їх токсичності (рис. 1.3).

За класифікацією, яка використовує показник LD50 виділяють 6 класів токсичності СДОР (табл. 1.4).

За будовою і фізико-хімічними властивостями група СДОР неоднорідна. Біологічні ефекти отрут багатозначні. Таким чином, класифікувати їх можна на основі первинного синдрому, який виникає при гострій інтоксикації. А тому речовини, які можуть викликати масові отруєння при руйнуванні хімічних об'єктів, розподіляють (за синдромологічною класифікацією) на такі групи:

## **1. Речовини з домінуючою задушливою дією [9]:**



- а) з вираженою припікаючою дією (хлор, оксихлорид фосфору, 3-х хлористий фосфор);

Таблиця 1.3 – Класи токсичності СДОР

Клас токсичності	Основні токсичні речовини	ГДК у повітрі робочої зони, мг/м <sup>3</sup>
речовини надзвичайно токсичні	3,4-бензпірен, ртуть, свинець, озон, фосген	0,1
високо токсичні	оксиди азоту, бензол, йод, марганець, мідь, сірководень, їдкі луги, хлор	0,1–1
помірно токсичні	ацетон, ксилол, сірчаний ангідрид, метиловий спирт	1–10
мало токсичні	аміак, бензин, скіпідар, етиловий спирт, оксид вуглецю	>10

Таблиця 1.4 – Класи токсичності за показником LD-50

Клас токсичності	LD50 (мг/л)
Надзвичайно токсичні	<1
Високотоксичні	1-5
Сильнотоксичні	6-20
Помірнотоксичні	21-80
Малотоксичні	81-160
Практично нетоксичні	>160

- б) з слабкою припікаючою дією (хлорид фосфору, хлорид сірки, метилізоціанат).

**2. Речовини з домінуючою загальноотруйною дією** (динітрофенол, етиленхлоридгідрин, етиленфторидгідрин).

**3. Речовини, які володіють задушливою та загальноотруйною дією:**

- а) із вираженою припікаючою дією (акрилонітрил, азотна кислота);
- б) із слабкою припікаючою дією (сірчистий ангідрид, сірководень, оксиди азоту, фтористий водень).

**4. Речовини, що порушують генерацію, проведення та передачу нервового імпульсу (сірковуглець, фосфорорганічні сполуки (ФОС).**

**5. Речовини, які володіють задушливою та нейротропною дією (аміак).**

**6. Цитотоксичні (метаболічні) отрути (оксид етилену, метилбромід, діхлорметилбромід, метилхлоргідрин, етан, діметилсульфат, діоксин, галогенізовані вуглеводні).**

Таким чином, висока потенційна загроза яку складають ХНО і токсичність СДОР вимагають від лікарів досконалих знань їх токсикології, яка буде розглянута в наступному питанні.

## 2 ЗАСОБИ ТА ЗАХОДИ ЗАХИСТУ ВІД РАДІАЦІЙНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ХІМІЧНОГО УРАЖЕННЯ

Питання, пов'язані з радіаційним та хімічним захистом населення, врегульовані в Україні низкою законодавчих і нормативно-правових актів, зокрема:

- Кодексом цивільного захисту України;
- Законами України: «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 08.02.1995 № 39/95-ВР, «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» від 14.01.1998 № 15/98-ВР;
- Порядком забезпечення населення і працівників формувань та спеціалізованих служб цивільного захисту засобами індивідуального захисту, приладами радіаційної та хімічної розвідки, дозиметричного і хімічного контролю, затвердженим постановою КМУ від 19.08.2002 № 1200;
- Інструкцією з тривалого зберігання засобів радіаційного та хімічного захисту, затвердженою наказом МНС України від 16.12.2002 № 330;
- Нормами безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, які зайняті на роботах з радіоактивними речовинами та джерелами іонізуючого випромінювання, затвердженими наказом Міненерговугілля України від 06.02.2014 № 116 та ін.

Основними заходами захисту населення при радіоактивному та хімічному забрудненні є:

- оповіщення про небезпеку радіоактивного забруднення, укриття в захисних спорудах, а при їх відсутності - в будівлях з негайною герметизацією вікон, дверей, вентиляційних отворів тощо;
- використання індивідуальних засобів захисту, а при їх відсутності ватно-марлевих пов'язок;
- використання профілактичних протирадіаційних препаратів з індивідуальної аптечки АІ-2;
- виключення вживання забруднених продуктів та води;
- додержання режимів поведінки людей на забрудненій території;
- при необхідності евакуація населення з забрудненої території;
- обмеження доступу на забруднену територію;
- санітарна обробка людей, дезактивація одягу, техніки, споруд тощо.

Радіоактивне забруднення є наслідком аварій на радіаційно небезпечних об'єктах, а також аварій транспортних засобів, які перевозять радіоактивні речовини (РР).

На місцевості, забрудненій РР, у людей можуть виникати радіаційні ураження, обумовлені як зовнішнім променевим впливом, так і внутрішнім опроміненням внаслідок потрапляння всередину організму радіоактивних речовин.

Внутрішнє опромінення спричиняє дія радіоактивних речовин, які потрапили всередину організму з повітрям, їжею, водою, а також через шкіру і слизові оболонки.

І зовнішнє і внутрішнє опромінення, в залежності від отриманої дози може спричинити променеву хворобу, яка умовно поділяється на чотири ступені:

*I. Легкий ступінь.* Настає після опромінення дозою від 100 до 200 Р. Проявляється нездужання, загальна слабкість, головний біль, незначне зменшення лейкоцитів у крові. При цьому ступені ураження люди видужують.

*II. Середній ступінь* розвитку хвороби виникає при дозі опромінення від 200 до 400 р. Ознаками хвороби є важке нездужання, головний біль, часте блювання, розлади функцій нервової системи, майже наполовину знижується кількість лейкоцитів. Люди видужують через кілька місяців, але можливі часті ускладнення хвороби.

*III. Важкий ступінь* ураження виникає при дозі опромінення від 400 до 600 Р. Стан здоров'я хворого дуже важкий, сильний головний біль, часте блювання, пронос, буває непритомність, проявляється різке збудження, крововиливи в шкіру і слизові оболонки, різко змінюється кількість лейкоцитів і еритроцитів, ослаблюються захисні сили організму і з'являються різні форми ускладнення. Без лікування хвороба часто (до 50%) призводить до смерті.

*IV. Надзвичайно важкий ступінь* хвороби розвивається при одержанні дози опромінювання 600 Р і більше. Симптоми такі як і при важкому ступені ураження, але хвороба протікає дуже важко і при неефективному лікуванні таке ураження у 80-100% випадків призводить до смерті.

Основними способами захисту населення при хімічному зараженні є:

- оповіщення про небезпеку хімічного зараження;
- укриття в захисних спорудах;
- використання ЗІЗ (протигазів, засобів захисту шкіри);
- застосування антидотів і І П П - 8;
- додержання режимів (правил) поведінки на зараженій території;
- евакуація людей із зон зараження;
- санітарна обробка людей, одягу, території, техніки, споруд, майна.

Організується розвідка, яка встановлює місце аварії, вид ХНР, ступінь зараження території, повітря, стан людей в зоні зараження, межі зон зараження, напрямок і швидкість вітру, напрямок розповсюдження зараженого повітря.

Установлюється охорона зон зараження.

Уражені люди після надання їм допомоги доставляються в незаражений район, а при необхідності в лікувальний заклад.

Перетинати заражену територію необхідно швидко, не піднімати пилю і не торкатися до оточуючих предметів. На зараженій території не можна знімати засоби захисту, курити, пити воду, їсти.

Для захисту від дії радіаційних випромінювань та хімічного ураження використовують індивідуальні та колективні засоби.

## **2.1 Індивідуальні засоби захисту**

Індивідуальний спосіб захисту передбачає застосування індивідуальних засобів захисту органів дихання, шкіри, а також медичних засобів захисту. Цей спосіб широко застосовують у мирний час в умовах радіоактивного забруднення, в зонах, заражених сильнодіючими ядучими речовинами, осередках біологічного зараження, районах стихійних лих. У режимі надзвичайної ситуації і надзвичайного стану всі заходи, які передбачається застосовувати для захисту населення, включають застосування засобів індивідуального захисту. Індивідуальні засоби захисту ізолюючого типу за допомогою матеріалів, непроникних для зараженого повітря, повністю ізолюють організм людини від навколишнього повітря [10].

За способом виготовлення індивідуальні засоби захисту поділяються на виготовлені промисловістю і найпростіші, або підручні, які виготовлені з підручних матеріалів.

Засоби індивідуального захисту є табельні, забезпечення якими передбачається табелями (нормами) оснащення залежно від організаційної структури формувань цивільного захисту, і не табельні, як доповнення до табельних засобів або для зміни їх.

Для захисту органів дихання людей у системі цивільного захисту є протигази. Вони захищають органи дихання, обличчя й очі людини від радіоактивних речовин, небезпечних хімічних сполук і бактеріальних речовин, що знаходяться в повітрі.

Щоб індивідуальні засоби захисту органів дихання забезпечували надійний захист, вони мають відповідати таким вимогам: забезпечувати низьку опірність диханню для зменшення втоми; забезпечувати подачу чистого повітря без його забруднення через підсос; забезпечувати потік сухого повітря до окулярів щоб не запотівали; мати малий мертвий об'єм для запобігання вдихання вдруге повітря, що видихається; легко і швидко збиратись; не заважати працювати в місцях з обмеженим доступом повітря; бути легкими і міцними; підтримувати задовільний рівень комфортності, щоб стимулювати використання, знижувати втому і сприяти зосередженню уваги того, хто ними користується; мати низький рівень шуму дихального клапана, щоб не відволікати користувача; мати переговорну мембрану, яка швидко може замінитись на радіопереговорний

пристрій. За принципом дії протигази поділяються на фільтруючі та ізолюючі [11].

Фільтруючі протигази є основними і найбільш поширеними для захисту органів дихання.

Для дорослого населення призначені фільтруючі протигази — ЦП-5, ЦП-5М, ЦП-7, ЦП-7В; ПМГ (марки А, В, КД, БКФ, М), ПФСГ (марки А, В, КД, БКФ, СО, БК), ПФВГ (марки А, В, К, БКФ), для дітей — ДП-6, ДП-6М, ПДФ-7, ПДФ-Ш, ПДФ-Д, ПДФ-2Ш, ПДФ-2Д, КЗД-4, КЗД-6.

Протигази ЦП-5, ЦП-5М, ЦП-7, ЦП-7В комплектуються фільтру вально-поглинальною коробкою малого габариту і шолом-маскою. До комплекту протигаза ЦП-5М входить шолом-маска з мембранною коробкою, у коробці розміщений переговорний пристрій.

Протигаз ЦП-7 має фільтрувально-поглинальну коробку, за конструкцією аналогічну коробці ЦП-5, але з поліпшеними характеристиками. Лицева частина маски цивільного протигазу МЦП об'ємного типу з наголовником у вигляді гумової пластини. На протигазовій коробці є гідрофобний трикотажний чохол, який захищає від зараження, снігу, пилу і вологи.

До комплекту протигаза ЦП-7В входить лицева частина МЦВ-В, аналогічна лицевій частині МЦП, але додатково під переговорним пристроєм є пристосування для прийому води — це гумова трубка з мундштуком і ніпелем, за допомогою спеціальної кришки можна приєднувати до фляги.

Протигаз ПДФ-Ш призначений для дітей шкільного віку від 7 до 17 років, а протигаз ПДФ-Д — для дітей віком від 1,5 до 7 років. Ці протигази комплектуються фільтрувально-поглинальними коробками ЦП-5 і лицевими частинами МД-3 або ШМ-62у.

Камера захисна дитяча КЗД призначена для захисту дітей віком до 1,5 років від РР, ОР і БЗ.

Фільтруючі протигази не захищають від окису вуглецю (чадного газу), тому для захисту від нього застосовують гоп-калітовий патрон, який приєднується до протигазової коробки.

Необхідно пам'ятати, що при користуванні фільтруючим протигазом в умовах радіоактивного забруднення радіоактивні речовини затримуються фільтрувальними елементами і після цього стають джерелом опромінення, тому термін користування такою фільтрувально-поглинальною коробкою має бути короткочасним.

Ізолюючі протигази є спеціальними засобами захисту органів дихання, очей, обличчя від усіх небезпечних речовин, що містяться в повітрі. Застосовують їх, якщо фільтруючі протигази не забезпечують захист, а також коли у повітрі недостатньо кисню. В ізолюючих протигазах ПТ-4, ІП-46, Ш-46М, ІП-5 та ізолюючих приладах КШ-5, КШ-7, КІП-8 необхідне для дихання повітря збагачується киснем у регенеративному патроні, де знаходяться перекис

і надперекис натрію. Такі протигази складаються з лицевої частини, дихального мішка і регенеративного патрона.

Промислові протигази в сільському господарстві та деяких галузях промисловості застосовують для захисту органів дихання і очей від шкідливих газів, пилу.

Проведені в останні роки дослідження дали можливість розширити застосування цивільних протигазів для дорослих і дітей з метою захисту від СДЯР.

До протигазів ЦП-5, ЦП-5М, ЦП-7 і дитячих ПДФ-(А), ПДФ-Ш(А), ПД-2Д, ПДФ-2Ш, ПДФ-7 розроблені комплекти додаткових патронів ДПГ-1 і ДПГ-3. Крім цього, протигази ЦП-7, ПДФ-3Д і ПДФ-2Ш комплектуються фільтрувально-поглинального коробкою ЦП-7К, що дає можливість застосовувати для захисту від радіонуклідів йоду та його органічних сполук.

У комплекті з протигазом патрон ДПГ-3 захищає від аміаку, хлору, диметиламіну, нітробензолу, сірководню, сірковуглецю, синильної кислоти, тетраетил свинцю, фенолу, фосгену, фурфуролу, хлористого водню, хлористого ціану і етил меркаптану, а ДПГ-1, крім того, від двоокису азоту, метилу хлористого, окису вуглецю і окису етилену. Зовнішнє повітря очищається у фільтрувально-поглинальній коробці від аерозолів і парів СДЯР, надходить у патрон, де очищається від шкідливих домішок і через з'єднувальну трубку потрапляє в півмаску [12].

Усередині патрона ДПГ-1 є два шари шихти — спеціальний поглинач і гопкаліт, а в ДПГ-3 — тільки один шар поглинача.

Патрони мають гарантійний строк зберігання — 10 років в упаковці підприємства.

Час захисної дії від СДЯР (обсягом легеневої вентиляції 30 л/хв) для цивільних протигазів ЦП-5, ЦП-5М, ЦП-7 у комплекті з додатковими патронами ДПГ-1 і ДПГ-3 наведено в табл. 1.5.

Для дитячих протигазів час захисної дії від СДЯР (обсягом легеневої вентиляції 15 л/хв) не менш ніж у два рази більший вказаного у таблиці. Всі дані наведені для відносної вологості повітря 75 % і температури навколишнього середовища від -30 °С до +40 °С, для окису вуглецю, окису етилену і метилу хлористого — від -10 °С до +40 °С.

Від хлору і сірководню у концентрації 5 мг/л цивільні протигази захищають і без додаткових патронів протягом 40 хв, а дитячі — 80 хв.

Для захисту від парів і аерозолів таких СДОР, як хлор, фосген, синильна кислота, хлорпикрин, етилмеркаптан можна застосувати цивільні протигази з часом захисної дії в 2,5—3 раза меншим, ніж вказано для промислових протигазів. Такі протигази комплектуються лицевими частинами від цивільних протигазів і протигазовими коробками, які спеціалізовані за призначенням. У протигазових коробках розміщені один або кілька поглиначів і аерозольний

Таблиця 1.5 - Тривалість захисної дії проти газів у комплекті з ДПГ-1 і ДПГ-3 від СДОР, хв.

СДОР	Концентрація СДОР, мг/л	ДПГ-1	ДПГ-3	СДОР	Концентрація СДОР, мг/л	ДПГ-1	ДПГ-3
Аміак	5,0	30	60	Етилмеркаптан	5,0	120	120
Диметиламін	5,0	60	80	Окис етилену	1,0	25	
Хлор	5,0	80	100	Метил хлористий	0,5	35	
Сірководень	10,0	50	50	Окис вуглецю	3,0	40	
Соляна кислота	5,0	30	30	Нітробензол	5,0	70	70
Тетраетилсвинець	2,0	500	500	Фенол	0,2	800	800
Двоокис азоту	1,0	30		Фурфурол	1,5	400	400

фільтр. Коробки різного призначення відрізняються кольором і літерними позначеннями (табл. 1.6).

Користуючись проти газом з коробкою марки Г, необхідно вести облік часу роботи кожної коробки. Через 100 і 80 год коробки відповідно марок Г без ПАФ і Г з ПАФ вважаються відпрацьованими і підлягають заміні новими.

Коробки марок М і СО при збільшенні маси відповідно на 35 і 50 г порівняно із початковою масою (на корпусі вона вказана) вважаються відпрацьованими і мають бути замінені новими.

Респіратори застосовують для захисту органів дихання від радіоактивних речовин, ґрунтового пилу, бактеріальних засобів та різних шкідливих аерозолів. Такі респіратори, як Р-2, ШБ-1, "Пелюстка", широко застосовували після Чорнобильської аварії. Добре себе зарекомендували:

- пилозахисні: "Кама", "Пульс-К", "Пульс-М", Ф-62Ш, "Росток-2", "Росток-3", У-2к, Р-2, Р-2д (для дітей), Ф-62П, "Айстра-2", "Айстра-9";
- протиаерозольні: РРР1, РТР2, гТІБ, БТ25;
- газопилозахисні: РУ-60М, РПГ-67, "Тополь" (марки А, В, КД) та ін.

Респіратор промисловий У-2К ідентичний респіратору Р-2, прийнятому на оснащення формувань цивільного захисту.

Респіратор фільтруючий проти газів РПГ-67 захищає органи дихання від впливу парів шкідливих речовин. Залежно від умов, у яких доводиться працювати, респіратор комплектують патронами різних марок. Марка респіратора відповідає марці фільтруючого патрона [12].

Респіратори випускаються з напівмасками трьох розмірів: 1, 2, 3. Дозволяється працювати у середовищах, де гранично-допустимий коефіцієнт (ГДК) не перевищує 15.

Респіратор фільтруючий газопилозахисний РУ-60М захищає органи дихання від впливу шкідливих речовин, наявних у повітрі одночасно у вигляді парів, газів і аерозолів (пил, дим, туман). Залежно від призначення



укомплектовуюють фільтруючими патронами марок А, В, КД, Г, як і РПГ-67. Тому захищає він від таких самих речовин, але додатково ще й в усіх випадках від пилу, диму, туману.

Таблиця 1.6 - Характеристика промислових протигазів

Марка коробки	Тип коробки, розпізнавальне пофарбування	Шкідливі речовини, від яких захищає коробка
А, А8	Без протиаерозольного фільтра (ПАФ), коричнева	Пари органічних речовин (бензин, гас, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сірковуглець, спирти, ефіри, анілін, газо- і органічні сполуки бензолу та його гомологів, тетраетилсвинець), фосфор і хлорорганічні отрутохімікати
А	3 ПАФ, коричнева з білою вертикальною смугою	Те саме, а також пил, дим і туман
В, В8	Без ПАФ, жовта	Кислі гази і пари (сірчистий газ, сірководень, синильна кислота, хлор, окисли азоту, фосген, хлористий водень), фосфор і хлорорганічні отрутохімікати
В	3 ПАФ, жовта з білою вертикальною смугою	Те саме, а також пил, дим і туман
Г, Г8	Без ПАФ, чорна і жовта по вертикалі	Пари ртуті, ртутьорганічні отрутохімікати на основі етилмеркурхлориду
Г	3 ПАФ, чорна і жовта з білою вертикальною смугою	Те саме, а також пил, дим і туман, суміш парів ртуті й хлору
Б, Б8	Без ПАФ, чорна	Миш'яковистий і фосфористий водень
Б	3 ПАФ, чорна з білою вертикальною смугою	Те саме, а також пил, дим і туман
КД, КД8	Без ПАФ, сіра	Аміак, сірководень та їх суміші
КД	3 ПАФ, сіра з білою вертикальною смугою	Те саме, а також пил, дим і туман
М	Без ПАФ, червона	Оксид вуглецю в присутності органічних парів (крім речовин, які практично не сорбуються, наприклад, метану, бутану, етану, етилену та ін.), кислих газів, аміаку, миш'яковистого і фосфористого водню
М	3 ПАФ, червона з вертикальною білою смугою	Те саме, а також пил, дим і туман
СО	Без ПАФ, біла	Оксид вуглецю
БКФ	3 ПАФ, зелена з білою вертикальною смугою	Кислотні гази і пари, пари органічних речовин, миш'яковистого і фосфористого водню і різні аерозолі (пил, дим і туман)

Забороняється застосовувати респіратори для захисту від високотоксичних речовин типу синильної кислоти, миш'яковистого, фосфористого, ціанистого водню, тетраетилсвинцю, низькомолекулярних вуглеводів (метан, етан), а також від речовин, які в пароподібному стані можуть проникати в організм через пошкоджену шкіру.

Протигазові й газопилозахисні респіратори надійно захищають органи дихання, якщо вони правильно підібрані та зручно надіті.

Найпростіші засоби захисту органів дихання — протипилова тканинна маска (ІГГМ-1) і ватно-марлеві пов'язки (ВМП) можуть захищати органи дихання від радіоактивних речовин і бактеріальних засобів. Кожна людина може їх виготовити.

Засоби захисту шкіри за призначенням поділяються на спеціальні (табельні) і підручні. Спеціальні засоби є ізолюючими і фільтруючими.

Ізолюючі засоби захисту шкіри виготовляють із прогумованої тканини і застосовують при тривалому перебуванні людей на зараженій або забрудненій місцевості, для захисту від радіоактивних речовин, опромінення альфа-променями, отруйних і сильнотоксичних ядучих речовин та бактеріальних засобів. Вони призначені тільки для формувань цивільного захисту.

До ізолюючих засобів шкіри належать: легкий захисний костюм Л-1, захисний комбінезон і загальновійськовий захисний комплект.

Фільтруючі засоби захисту шкіри — комплект захисного фільтруючого одягу ЗФО, який захищає шкіру людини від отруйних і сильнотоксичних ядучих речовин, що перебувають у пароподібному стані, а також від радіоактивних речовин і бактеріальних засобів у вигляді аерозолів.

Для тимчасового захисту шкіри від радіоактивного пилу, хімічно небезпечних речовин і бактеріальних засобів, якщо немає табельних ЗІЗ, можна використовувати, особливо населенню, звичайний одяг і взуття. Плащі, накидки, куртки, пальта з прогумованої тканини, шкіри, із хлорвінілу, поліетилену або цупкої вовняної тканини, гумове і шкіряне взуття, рукавиці служать захисним засобом протягом 5—10 хв; а вологий одяг протягом 40—50 хв. Цього часу достатньо, щоб вийти із зараженої території.

З метою посилення захисних властивостей звичайного одягу проти небезпечних хімічних речовин можна просочити його миючими засобами ОП-7, ОП-10 або мильно-мастильною емульсією.

Медичні засоби захисту призначені для профілактики і надання допомоги, запобігання ураженню або значного зниження його ступеня, підвищення стійкості організму до уражаючого впливу радіоактивних, отруйних речовин, СДЯР і бактеріальних засобів.

До медичних засобів захисту належать радіозахисні препарати, засоби захисту від впливу отруйних речовин (антидоти), протибактеріальні засоби — сульфаніламиди, антибіотики, вакцини, сироватки та ін.

Для надання першої медичної допомоги існують санітарні сумки і медичні аптечки санітарного поста, індивідуальні перев'язочні пакети та індивідуальні протихімічні пакети.

Аптечка індивідуальна АІ-2 укомплектована засобами, призначеними для надання самодопомоги і взаємодопомоги при пораненнях, опіках, для зниження впливу отруйних речовин, бактеріальних засобів та іонізуючого випромінювання. У комплекті аптечки є інструкція. На внутрішньому боці кришки нанесена схема розміщення препаратів у аптечці [13].

У гнізді 1 знаходиться шприц-тюбик зі знеболювальною речовиною. Застосовується при великих ранах, опіках і переломах. Лівою рукою взяти за ребристий обідок, правою за корпус тюбика і повернути його за ходом годинникової стрілки до упору. Потім зняти ковпачок, який захищає голку, і тримаючи шприц-тюбик голкою угору, витиснути з нього повітря до появи краплі рідини на кінчику голки. Після цього, не торкаючись голки руками, ввести її у верхню зовнішню частину сідниці й витиснути вміст шприц-тюбика. Витягуючи голку, не послаблювати пальців. В екстрених випадках укол можна зробити і через одяг.

У гнізді 2 розміщений пенал червоного кольору. В ньому є 6 таблеток тарену для запобігання (ослаблення) ураженню фосфорорганічними речовинами. Приймати потрібно по одній таблетці при сигналі "Хімічна тривога". При наростанні ознак отруєння необхідно прийняти ще одну таблетку. Після прийому першої таблетки слід одягнути протигаз. Другу можна приймати не раніше, ніж через 5—6 год.

У гнізді 3 у великому білому пеналі знаходяться 15 таблеток сульфадиметоксину — протибактеріального засобу. Застосовують його з появою шлунково-кишкових розладів, які часто виникають після опромінення. У першу добу прийняти 7 таблеток за один раз, а в наступні дві доби — по 4 таблетки.

У гнізді 4 у двох восьмигранних пеналах рожевого кольору розміщені по 6 таблеток цистаміну — радіозахисного засобу № 1. Приймають 6 таблеток за один прийом при загрозі опромінення. При новій загрозі опромінення, але не раніше, ніж через 4—5 год після першого прийому, рекомендується прийняти ще 6 таблеток.

У гнізді 6 є два білих однакових чотиригранних пенали з протибактеріальним препаратом № 1 (тетрациклін, гідрохлорид). Приймати слід 5 таблеток за один прийом при безпосередній загрозі або бактеріальному зараженні, а також при пораненнях і опіках. Через 6 год після першого прийому слід прийняти ще 5 таблеток.

У гнізді 6 знаходиться пенал з 10 таблетками радіозахисного засобу № 2 — йодистим калієм. Приймати його потрібно по одній таблетці щоденно протягом 10 днів після випадання радіоактивних речовин і особливо при вживанні

свіжого молока. Препарат ефективний, якщо він введений в організм за 30—60 хв до опромінення або вживання забрудненої радіоактивними речовинами їжі й води. Захисні властивості зберігаються протягом 5—6 год з моменту прийому.

У гнізді 7 є пенал голубого кольору з протиблювотним препаратом — етаперазином (5 таблеток). Приймати необхідно по одній таблетці зразу після опромінення або з появою нудоти після удару в голову.

Дітям до 8 років препарати індивідуальної аптечки слід давати по 0,25 таблетки, крім радіозахисного препарату № 2; дітям від 8 до 15 років — по 0,5 таблетки, а знеболювальний і радіозахисний препарат № 2 — у повному обсязі.

Індивідуальний протихімічний пакет — ІПП-8, ІПП-51 призначений для знезаражування крапельно-рідинних отруйних речовин, які потрапили на відкриті ділянки тіла й одяг. До комплекту входять флакон з дегазуючим розчином і ватно-марлеві тампони. Відкриті ділянки тіла і одяг протирають тампоном, змоченим рідиною з флакона. При обробці тіла відчувається печіння, але воно проходить. Не допускати потрапляння рідини в очі.

Якщо немає індивідуального протихімічного пакета, можна застосувати марлю з ватою, змоченою дегазуючою рідиною такого складу: 3 %-й розчин перекису водню і 3 %-й розчин їдкового натру в однаковому об'ємі або 3 %-й розчин перекису водню і 150 г конторського силікатного клею (із розрахунку на 1 л). Можна застосовувати як дегазуючу речовину нашатирний спирт.

Індивідуальним медичним засобом є й індивідуальний перев'язочний пакет.

Організація забезпечення населення індивідуальними засобами захисту є важливим завданням органів цивільного захисту. Безпосередньо відповідають за це керівники об'єктів і населених пунктів. Облік наявних індивідуальних засобів ведуть органи управління цивільного захисту.

Заявки на необхідну кількість табельних 313 об'єкт подає до відділу з питань НС та цивільного захисту населення району. Розподіл 313 централізований за підлеглистю зверху вниз за номенклатурою, з відповідною оплатою вартості виділених засобів. Порядок забезпечення 313 визначає відділ ЦО району й об'єкта.

Індивідуальними засобами захисту органів дихання і шкіри промислового виготовлення в першу чергу забезпечується особовий склад формувань згідно з табелем (нормативом) оснащення. На об'єктах після оснащення формувань необхідно забезпечити працюючих зміни на особливо важливих ділянках роботи. Решту населення забезпечують 313 за можливості їх придбання. Значно більшими є можливості забезпечити населення респіраторами.

Незалежно від забезпеченості протигазами і респіраторами все населення, у тому числі й особовий склад формувань, повинне знати, як самотійно завчасно виготовити тканеві маски і ватно-марлеві пов'язки, а також як пристосувати одяг для захисту в разі потреби.

Табельні засоби індивідуального захисту треба зберігати (згідно з вимогами інструкції до умов зберігання) на складах об'єктів. Місця зберігання засобів мають бути на такому віддаленні, щоб можна було їх швидко видати.

Засоби захисту мають бути розкладені за призначенням: для особового складу формувань, робітників виробництва, населення тощо.

Видають 313 згідно з планом цивільного захисту об'єкта, села за розпорядженням органів управління при загрозі або виникненні надзвичайної ситуації.

## 2.2 Колективні засоби захисту

Захисні споруди призначені для захисту людей від наслідків аварій (катастроф), стихійних лих, а також від уражаючих факторів зброї масового знищення та звичайних засобів нападу, дії вторинних уражаючих факторів. Захисні споруди поділяються за [13]:

місткістю:

- малої місткості (150—600 осіб);
- середньої місткості (600—2000 осіб);
- великої місткості (більше 2000 осіб);

призначенням:

- для захисту населення;
- для розміщення органів управління і медичних установ;

місцерозташуванням:

- вбудовані;
- окремо стоячі;
- метрополітени;
- у гірських виробках.

термінами будівництва:

- збудовані завчасно;
- швидкозбудовані.

захисними властивостями:

- сховища;
- протирадіаційні укриття (ПРУ);
- найпростіші укриття - щілини (відкриті та перекриті).

**Сховища** забезпечують надійний захист людей від уражаючих факторів (високих температур, шкідливих газів у зонах пожеж, вибухонебезпечних, радіоактивних і сильнодіючих отруйних речовин, обвалів та уламків зруйнованих будівель і споруд та інше), а також зброї масового знищення і звичайних засобів нападу.

**Протирадіаційні укриття**, в основному, забезпечують захист людей від радіоактивного зараження, світлового опромінення, а також зменшують дію ударної хвилі і проникаючої радіації. Крім того, вони захищають від крапельнорідинних отруйних речовин і частково від хімічних та біологічних аерозолей.

**Найпростіші укриття** зменшують радіуси ураження людей ударною хвилею послаблюють дію радіоактивних випромінювань та ураження світловим випромінюванням.

При класифікації сховищ враховуються дві характеристики [14]:

- ступінь захисту від надлишкового тиску, який залежить від міцності будівельних конструкцій;

- коефіцієнт захисту (ослаблення) за радіоактивним випромінюванням  $K_z$  (*Косл.*) показує в скільки разів рівень радіації у захисній споруді менший, ніж ззовні. Він залежить від шару і властивостей матеріалу, що вкриває захисну споруду.

**Сховища повинні будуватися з урахуванням наступних основних вимог:**

- забезпечувати безперервне перебування в них людей не менше 2 діб;
- будуватися на ділянках, які не можуть бути затоплені;
- бути на відстані від мереж водостоку і каналізації;
- не дозволяється прокладання транзитних інженерних комунікацій через сховище (стислого повітря, гарячого водопостачання, газо- та паропроводів);
- прокладання трубопроводів каналізації та водопостачання допускається при наявності вимикаючих пристроїв;
- мати входи і виходи з тим ступенем захисту, що й основні приміщення, а на випадок завалу — мати аварійний вихід.

Сховище має основні та допоміжні приміщення.

До основних відносяться:

- приміщення для захищених;
- пункти управління;
- медичні кімнати.

До допоміжних відносяться:

- тамбур-шлюзи;
- фільтровентиляційні приміщення;
- санітарні вузли;
- приміщення для зберігання води та продуктів харчування та інші.

Приміщення для захищених обладнується місцями для сидіння та сну згідно з нормами.

Розмір місця для сидіння 0,45 x 0,45 м, для лежання — 0,55 x 1,8 м. Відстань до стелі від верхнього ярусу на менше — 0,75 м.

Медичний пункт. У сховищах місткістю 800—1200 осіб передбачається кімната 1 м<sup>2</sup> на кожні 100 осіб. У захисних спорудах, де медична кімната не передбачається, на кожні 500 захищених обладнується 1 санітарний пост, але не менше одного на сховище. В сховищах у необхідній кількості розміщуються обладнання, меблі, прилади, інструменти, ремонтні матеріали, протипожежне і медичне майно.

Входи повинні забезпечувати можливість швидкого та безпечного заповнення сховища. Кожне сховище повинно мати не менше двох входів, один з яких обладнується як аварійний. У сховищах місткістю більше 300 осіб передбачається тамбур-шлюз, з місткістю більше 600 осіб — двокамерний тамбур-шлюз. Площа тамбур-шлюза 8—10 м<sup>2</sup>.

Аварійний вихід для вбудованих укрить обладнується підземною галереєю, яка виходить на територію, що потенційно не завалюється уламками будівель.

Система постачання повітря забезпечує вентиляцію приміщень захисної споруди та очистку зовнішнього повітря від радіоактивних, отруйних речовин і бактеріальних засобів. До її складу входять: повітрязабірні та противибухові пристрої, а також предфільтри, фільтри, вентилятори, гермоклапани, і пристрої регенерації і кондиціонування повітря.

Фільтровентиляційну установку (ФВУ) розміщують у окремому приміщенні. В невеликих сховищах (до 300 осіб) ФВУ можуть розміщуватися безпосередньо у приміщенні для захищених.

У місцях сховищ, де можлива загазованість приземного шару повітря СДОР і продуктами горіння, слід передбачити режим ізоляції і регенерації внутрішнього повітря. Для цього використовуються регенераційна установка для поглинення СО і балони з киснем.

Водопостачання і каналізація здійснюється від зовнішньої мережі. Норма при діючій мережі 2 л/год./чол., але не більше 25 л/добу. За відсутності водопроводу передбачається запас питної води на три доби при нормі 3 л/доб./чол., у ПРУ — 2 л/доб./чол.

Каналізація самотічна, або з перекачуванням у загальну систему. Санітарні вузли будуються окремо для чоловіків та жінок за нормами: 1 чаша на 75 жінок (150 чоловіків), умивальник на 200 осіб. При виході з ладу водопроводу санітарні прилади вимикаються, а для збору фекалій передбачаються резервуари з розрахунку 2 л/доб./чол., а для сухих відходів — 1 л/доб./чол.

Електропостачання та опалення здійснюється від зовнішніх джерел постачання. У невеликих захисних спорудах передбачається аварійне освітлення від переносних електричних ліхтарів та інших джерел.

Опалення проектується від загальної системи опалення. У неопалювальних приміщеннях слід передбачити установку опалювальних засобів. При заповненні сховища системи опалення вимикаються.

Запас харчів. У сховищах передбачається на 2 доби, виходячи з норми:

- сухарі — 300 г;
- консерви — 170 г (мясні), або 200 г (мясорослинні), або 250 г (рибні);
- цукор — 50 г.

**Швидкоспоруджувані укриття.** При недостатній місткості завчасно побудованих укритть будуються швидкоспоруджувані. У них теж передбачаються приміщення для захищених, простіше фільтровентиляційне обладнання, санвузли, запаси води. Для будівлі швидкоспоруджуваних укритть використовується срібний залізобетон, елементи підземних колекторів. Будівлю таких споруд планують завчасно стосовно до умов того чи іншого об'єкта. Для цього необхідно мати відповідну документацію. Типове швидкоспоруджуване сховище будується за 24 години.

**Пристосування приміщень під захисні споруди.** Під укриття можуть також пристосовуватися різні приміщення та споруди [15].

У сучасних містах є багато підземних споруд різного призначення, які можна використати як сховище після деякого дообладнання. До них відносяться метрополітени, транспортні і пішохідні тунелі, заглиблені частини будівель.

У замській зоні під протирадіаційні укриття в першу чергу пристосовуються підпілля і підвали житлових будинків та будівель різного призначення, овочесховища, приміщення будинків, природні печери, гірські виробки.

При пристосуванні споруд різного характеру під укриття проводиться три види робіт:

- герметизація приміщень для зменшення попадання туди радіоактивного пилу. Для цього проконопачують і замазують глиною тріщини, герметизують двері, вікна за допомогою гуми, поліетиленової плівки тощо;

- посилення захисних властивостей споруди. Цього можна досягнути розміщенням на перекриттях додаткового шару ґрунту, або обкладання стін мішками із землею;

- улаштування найпростішої вентиляції. Як правило, у зв'язку з відсутністю промислових вентиляторів, у спорудах обладнують природну (самотічну) вентиляцію. При цьому витяжний короб повинен бути встановлений на 1,5—2 м вище за припливний.

**Найпростіші укриття** будуються у місцях скупчення людей, на маршрутах евакуації та тимчасово в замській зоні, коли кількість наявних сховищ не забезпечує потрібну кількість людей, а оскільки найпростіші укриття лише зменшують радіус ураження людей ударною хвилею і послаблюють дію радіоактивного випромінювання та ураження світловим випромінюванням, але не забезпечують захист від отруйних речовин та бактеріальних засобів, то при наявності часу вони поступово переобладнуються у ПРУ.

Захисна споруда повинна завжди знаходитися у готовності до прийому людей. Поняття готовності захисної споруди включає в себе комплекс вимог,



яким повинні відповідати сучасні сховища і укриття для забезпечення захисту людей.

Найважливішими з цих вимог є:

- цілісність конструкцій та обладнання;
- надійна герметизація споруд і наявність систем повітропостачання;
- оснащення сховищ і укриттів санітарно-технічним і іншим обладнанням, контрольовано-вимірювальними приладами, забезпеченість запасами води;
- справність систем внутрішнього обладнання, приладів і пристроїв, наявність потрібного оснащення, інвентаря, інструкцій та іншої документації з експлуатації та інше;
- підготовленість обслуговуючого персоналу;
- належний санітарний стан приміщень.

Використання захисних споруд не за призначенням не повинно порушувати захисні властивості споруди. Для цього забороняється демонтаж обладнання ЗС, перепланування приміщень, улаштування дірок та проїмів в огорожувальних конструкціях та інші порушення захисних властивостей і герметизації. Всі приміщення повинні бути сухими, регулярно провітрюватись. Захисно-герметичні двері повинні бути відкритими, знаходитись на підставках. Повинна забезпечуватись придатність ЗС до приведення у готовність (24 год.) [16].

### **3 ОРГАНІЗАЦІЯ РАДІАЦІЙНОГО ТА ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ**

Якщо врахувати, що на Україні можливі як техногенні, так і природні ризики, то з метою запобігання, а також усунення їх можливих наслідків у країні створена і діє потужна система захисту населення і економіки від надзвичайних ситуацій, стає зрозумілим велике значення, яке набуває система цивільного захисту сьогодні, частиною якої є підсистема радіаційного та хімічного захисту. Адже науково-технічний прогрес, з одного боку, покращує життя людей, а з іншого - підвищує ризик виникнення аварій і катастроф, тому формуванням цивільного захисту все частіше доводиться ліквідувати їх наслідки.

Основне завдання радіаційного та хімічного захисту в ОДЕКУ полягає в тому, щоб поповнити теоретичні знання основ безпеки життєдіяльності, навчити практичним заходам цивільного захисту, які проводяться в загальноосвітніх навчальних закладах.

Радіаційний та хімічний захист (РХЗ) у навчальному закладі організують за принципами, що діють на всіх об'єктах господарського комплексу, але з урахуванням специфіки такого об'єкта.

Метою РХЗ в навчальному закладі є завчасна підготовка об'єкта до захисту від наслідків радіаційних та хімічних аварій на радіаційно-небезпечних та хімічно-небезпечних об'єктах (РНО та ХНО відповідно), зниження втрат, створення умов для підвищення стійкості роботи закладу, своєчасного проведення рятувальних та інших невідкладних робіт. Відповідальність за організацію та стан цивільного захисту, постійну готовність його сил і засобів до проведення зазначених робіт покладається на начальника цивільного захисту - керівника навчального закладу, тобто ректора університету.

#### **3.1 Радіаційний та хімічний захист як складова частина системи цивільного захисту в університеті**

При керівникові університету (начальник цивільного захисту) створюється штаб цивільного захисту - орган управління начальника. Склад штабу комплектується як штатними працівниками цивільного захисту (якщо вони є), так і за рахунок посадових осіб навчального закладу, не звільнених від виконання основних обов'язків. Штаб складається з начальника, його заступників (помічників), інших фахівців (виходячи зі специфіки надзвичайних ситуацій, що склалася). Начальником штабу надається право від імені начальника ЦЗ (ректора) видавати накази і розпорядження з питань ЦЗ у навчальному закладі.

Робота штабу організується шляхом видання наказів, розпоряджень і вказівок начальника ЦЗ, начальника штабу та рішень місцевої державної адміністрації (органу виконавчої влади). Головна функція штабу цивільного захисту - здійснення заходів щодо захисту учнів та працівників навчального закладу, забезпечення вчасного оповіщення їх, а також населення про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації.

Обов'язки з радіаційного та хімічного захисту покладаються на заздалегідь створені однойменні служби ЦЗ серед решти існуючих служб, таких як: оповіщення і зв'язку, охорони громадського порядку, медична, протипожежна.

Керівництво цими групами здійснюють їх командири, яких призначають наказом керівника навчального закладу. До обов'язків командирів входить: підтримання в постійній бойовій готовності сил та засобів групи, знання моральних і ділових якостей підлеглих, проведення з ними відповідного навчання з основ цивільного захисту. Одним з головних завдань начальника групи є знання й чітке виконання дій, що обумовлені специфікою діяльності групи у випадку надзвичайної ситуації [14].

Спільні дії всіх служб навчального закладу мають забезпечити якісне виконання завдань, що виникнуть у разі надзвичайної ситуації. До цих завдань належать: доведення інформації штабу цивільного захисту до студентів та працівників про виникнення надзвичайної ситуації; своєчасне забезпечення їх засобами індивідуального захисту; організація та проведення екстреної профілактики серед студентів і найперше серед уражених; проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (локалізація та гасіння пожеж, розшук і вилучення потерпілих із завалів, будівель, що палають, тощо); надання само - і взаємодопомоги у проведенні часткової санітарної обробки у випадку одержання учнями та працівниками травм, опіків, інших уражень; організація негайної евакуації всіх з осередку ураження; організація життєзабезпечення евакуйованих у безпечній зоні.

Крім зазначених служб, в ОДЕКУ створюються невоєнізовані формування - група працівників об'єкта, які складають окремий підрозділ, оснащений спеціальною технікою, майном для ведення рятувальних і невідкладних робіт під час виникнення надзвичайної ситуації. Невоєнізовані формування - це складова частина сил цивільного захисту. Створюють їх на час виникнення надзвичайної ситуації в навчальному закладі, місті, районі, області.

За підпорядкованістю, вони можуть бути територіальні або об'єктові. Останні створюють у навчальному закладі, підпорядковуються вони начальнику цивільного захисту (ректору), і використовують їх в інтересах об'єкта. Разом з тим, за рішенням міських органів влади такі невоєнізовані формування можуть залучати до проведення рятувальних робіт на інших об'єктах.

До формувань цивільного захисту навчального закладу належать: розвідувальні, зв'язку, медичні, протирадіаційного і протихімічного захисту,

матеріально-технічного забезпечення, протипожежні, охорони громадського порядку, зберігання і видачі засобів індивідуального захисту та спеціальних приладів, утримання запасних пунктів управління та колективних засобів захисту. Залежно від місцевих умов і за наявності необхідної матеріально - технічної бази рішенням начальника ЦЗ структурного підрозділу можуть створюватися й інші формування [14].

Розвідувальні формування призначаються для ведення розвідки в місцях ураження, зонах радіоактивного, хімічного та бактеріологічного зараження, катастрофічного затоплення, техногенних аварій і катастроф, розташування об'єктів невоєнізованих формувань цивільного захисту, учасників навчально-виховного процесу та працівників галузі на території постійної дислокації об'єкта, на маршрутах руху і в заміській зоні. До складу підрозділу розвідки входить медично-санітарний пост.

Формування протирадіаційного й протихімічного захисту призначаються для ведення радіаційної й хімічної розвідки, дозиметричного й хімічного контролю території розташування об'єкта, контролю радіаційного опромінення і санітарної обробки людей, знезаражування одягу, техніки, транспорту, території, споруд й проведення рятувальних і невідкладних аварійно - відбудовних робіт. Крім того, вони можуть залучатися для локалізації й ліквідації вторинних осередків хімічного ураження. Формуваннями протирадіаційного й протихімічного захисту можуть бути групи, ланки, пости радіаційної й хімічної розвідки та пости радіаційного й хімічного спостереження та контролю радіаційного опромінення. До складу формувань включаються пости медичного захисту.

Формування збереження засобів індивідуального захисту, спеціальних приладів і військово-технічного майна відповідають за збереження і видачу в тимчасове користування за призначенням засобів індивідуального та колективного захисту. Формування утримання захисних споруд відповідають за утримання в готовності до використання за призначенням запасних захищених пунктів управління, типових захисних споруд - колективних засобів захисту, обладнаних під протирадіаційні укриття цокольних і перших поверхів навчальних корпусів.

Формування охорони громадського порядку призначаються для підтримання порядку на об'єкті цивільного захисту в режимі підвищеної готовності, надзвичайної ситуації (надзвичайного, воєнного стану) у районах розташування формувань і контролю виконання правил світломаскування. Крім того, їх залучають для несення комендантської служби й підтримання громадського порядку на збірних евакуаційних пунктах, пунктах (станціях) посадки на транспортні засоби й висадки, на маршрутах і проміжних пунктах евакуації учасників навчально-виховного процесу і населення пішим порядком, на маршрутах руху сил ЦЗ до осередків ураження і на ділянках (об'єктах) робіт.

Вони складаються із загонів, груп, ланок і постів (патрулів) охорони громадського порядку. Свої завдання виконують у взаємодії з підрозділами Міністерства внутрішніх справ, опираючись на їх допомогу й сприяння. В умовах надзвичайної ситуації формування охорони громадського порядку переводять на цілодобовий режим роботи.

За обставин виникнення надзвичайної ситуації куратор групи зазвичай виступає командиром формування. Таке формування складається зі студентів певної групи та призначеного куратором старшого групи. Дії невоєнізованих формувань навчального закладу за сигналами оповіщення.

Для оповіщення в надзвичайних ситуаціях техногенного та природного характеру використовується наступний комплекс засобів оповіщення: технічні, рухомі, сигнальні [15].

Особливість проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у навчальному закладі полягає в тому, що вони мають здійснюватися від моменту отримання сигналу про небезпеку до їхнього повного завершення. Такий цикл рятувальних робіт можна поділити на два етапи.

Перший етап триває з моменту отримання сигналу про небезпеку до прибуття рятувальних груп (невоєнізованих формувань цивільного захисту).

Другий етап триває з моменту прибуття формувань цивільного захисту до виконання завдань, що стоять перед ними, зокрема вивезення (виведення) усього складу навчального закладу в безпечну зону, евакуації потерпілих у лікувальні заклади.

На першому етапі рятувальні роботи організовує начальник цивільного захисту навчального закладу, а виконують їх працівники педагогічного колективу спільно з невоєнізованими формуваннями.

Наприклад, у випадку виникнення зони хімічного зараження начальник штабу цивільного захисту повідомляє про надзвичайну ситуацію в штаб цивільного захисту району, викликає "швидку допомогу", служби хімічного захисту, поліцію, організовує збір інформації та заходи хімічного захисту.

Кожна група невоєнізованих формувань виконує свої функції.

Рятувальна група здійснює рятувальні заходи щодо учнів та працівників (наприклад вивільнення з-під завалів).

Ланка надання першої допомоги організовує допомогу потерпілим.

Група зв'язку (керівником призначається будь-який викладач; зі складу групи призначаються чергові біля засобу зв'язку та посильний) оповіщає викладачів та студентів про загрозу виникнення надзвичайної ситуації, передає сигнали структурам цивільного захисту міста (району), підтримує засоби зв'язку в стані постійної готовності, забезпечує штаб цивільного захисту навчального закладу засобами зв'язку.

Група забезпечення громадського порядку (керівником призначається працівник навчального закладу, який відповідає за його охорону) забезпечує

охорону навчального закладу, підтримує порядок у нестандартних ситуаціях, надає допомогу адміністрації у проведенні евакуаційних заходів.

Протипожежна група забезпечує постійну готовність засобів пожежогасіння до їх використання (у разі потреби), бере активну участь у локалізації та гасінні пожежі, надає допомогу в проведенні спеціальної обробки території.

Медична група готує медичні засоби для надання першої медичної допомоги потерпілим, надає необхідну медичну допомогу потерпілим, евакуює їх до лікувальних закладів, проводить часткову санітарну обробку потерпілих.

Група протирадіаційного і протихімічного захисту після отримання сигналу оповіщення організовує та здійснює видачу засобів індивідуального захисту, контроль за радіаційною і хімічною ситуацією в навчальному закладі та на його території, здійснює заходи з ліквідації наслідків радіаційного та хімічного зараження [14].

Студенти навчального закладу, які мають відповідну підготовку, також можуть брати участь у діяльності невоєнізованих формувань за дозволом начальника цивільного захисту. Проте їх основним завданням є дії, спрямовані на порятунок власного життя та життя оточуючих.

### **3.2 Радіаційна обстановка та її етапи**

Серед уражаючих факторів ядерної аварії і ядерного вибуху особливе місце займає радіоактивне забруднення. Воно поширюється на сотні кілометрів. При цьому на великих площах може створюватися забруднення, яке буде небезпечним для студентів та працівників університету протягом тривалого часу, якщо зона радіоактивного зараження досягне території розміщення університету.

За цих умов необхідно організувати захист студентів та працівників ОДЕКУ від радіоактивних речовин та їх випромінювань на основі даних про рівні радіації, характер, район і масштаби радіоактивного забруднення місцевості.

Для визначення впливу радіоактивного забруднення місцевості на особовий склад формувань цивільного захисту при проведенні рятувальних і невідкладних робіт, працюючий персонал, виробничу діяльність об'єктів ОДЕКУ виявляють і оцінюють радіаційну обстановку [17].

Радіаційна обстановка — це масштаб і ступінь радіоактивного забруднення місцевості, які впливають на дії формувань рятувальних служб, населення і роботу об'єктів народного господарства.

Радіаційна обстановка може бути виявлена й оцінена за даними прогнозу і розвідки.

Прогнозування радіоактивного забруднення проводиться на основі гіпотетичних розрахунків можливих аварій на атомних електростанціях, на основі встановлених закономірностей залежно від масштабів і характеру радіоактивного забруднення місцевості від потужності й виду ядерного вибуху та метеорологічних умов.

Для прогнозування радіоактивного забруднення місцевості необхідні такі вихідні дані: розміщення атомної станції, вид і потужність реактора, координати, потужність і вид ядерного вибуху, час аварії чи вибуху, напрямок і швидкість середнього вітру.

Середнім вітром називається вітер, який є середнім за швидкістю і напрямком для всіх шарів атмосфери від поверхні землі до висоти піднімання верхньої кромки хмари вибуху. Напрямок середнього вітру вказується азимутом у градусах.

Азимут середнього вітру — це кут у горизонтальній площині між напрямком, звідки дме вітер, і відрахованим за ходом годинникової стрілки.

Методом прогнозу можна встановити напрямок і швидкість руху радіоактивної хмари, час її підходу до населеного пункту, час випадання радіоактивних речовин, визначити розміри зон радіоактивного забруднення і найбільш імовірно їх розміщення на місцевості.

У зв'язку з тим, що процес випадання радіоактивних речовин може тривати кілька годин або днів, ця обставина дає можливість використати дані прогнозування завчасно, тобто до надходження радіоактивних речовин до населеного пункту і проведення низки особливо важливих заходів для захисту населення й особового складу рятувальних служб. До таких заходів належать: оповіщення про загрозу радіоактивного забруднення, підготовка об'єктів до переходу на режим роботи в умовах радіоактивного забруднення, завершення робіт підготовки протирадіаційних укриттів для розміщення в них людей, підготовка індивідуальних засобів захисту органів дихання, захист джерел питної води, продуктів харчування та ін.

За результатами прогнозування проводиться оцінка можливих наслідків впливу радіоактивного забруднення на працюючий персонал ОДЕКУ.

Проте прогноз радіоактивного забруднення має відносний характер, тому його обов'язково уточнюють радіаційною розвідкою з метою своєчасного забезпечення штабів, командирів рятувальних формувань, керівників, власників і спеціалістів даними про фактичну радіаційну обстановку [18].

Конкретні дії особового складу рятувальних формувань, керівників, власників, спеціалістів і населення, встановлення режиму роботи об'єктів в умовах радіоактивного забруднення проводиться тільки на основі оцінки радіаційної обстановки за даними радіаційної розвідки. Тому збір і обробка необхідних даних, виявлення й оцінка радіаційної обстановки є одним із

важливих завдань штабів, командирів формувань, органів управління цивільного захисту.

Виявлення радіаційної обстановки методом прогнозування — це перший етап роботи. У цій оцінці використовують інформацію про ядерні вибухи і дані про напрямки і швидкості вітру. Така оцінка дає можливість орієнтовно визначити вплив радіоактивного забруднення місцевості на дієздатність рятувальних формувань, можливість функціонування університету, вибрати найбільш доцільні способи дій на забрудненій місцевості, намітити заходи протирадіаційного захисту, а також дати завдання для ведення радіаційної розвідки.

Оцінка проводиться в такій послідовності: визначають розміри зон радіоактивного забруднення; наносять на карту (схему) зони радіоактивного забруднення; розраховують час випадання радіоактивних речовин.

Розміри зон радіоактивного забруднення визначають за допомогою таблиць, радіаційних і розрахункових лінійок.

При нанесенні на карту (схему) зон радіоактивного забруднення спочатку накреслюють центр ядерного вибуху. Зверху, зліва від нього, записують: у чисельнику — вид вибуху і потужність, у знаменнику — час і дату вибуху. Користуючись даними довідкових таблиць, потрібно нанести межу зони забруднення в районі вибуху, враховуючи його потужність (табл. 3.1). Потім від

Таблиця 3.1. - Радіуси зон забруднення в районі наземного вибуху з навітряної сторони, м

Потужність вибуху, Мт	Зони забруднення			Потужність вибуху, Мт	Зони забруднення		
	А	В	В		А	Б	В
0,02	735	450	340	0,2	1070	735	595
0,05	865	560	430	0,5	1220	865	710
0,10	970	645	510	1,0	1290	930	770

центру вибуху провести пряму лінію — вісь сліду, що відповідає напрямку руху середнього вітру. Відкласти довжину і ширину кожної зони забруднення за даними табл. 3.2. Від кола зони забруднення, враховуючи ширину і довжину нанести зони, кожна певного кольору: зона А — синя, зона Б — зелена, зона В — коричнева, зона Г — чорна. Зони позначають з урахуванням масштабу карти (рис. 3.1) [18].

Час випадання радіоактивних речовин визначають за формулою

$$t_{\text{випа}} = R/v,$$



де  $R$  — відстань від центру вибуху до даного об'єкта або населеного пункту, км;  $v$  — швидкість середнього вітру, км/год.

Таблиця 3.2 - Розміри зони радіоактивного забруднення при ядерних вибухах різної потужності і швидкостях середнього вітру

Потужність вибуху, Мт	Швидкість середнього вітру, км/год	Розміри зон і еталонний рівень радіації, км		
		А — 8 Р/год	Б — 80 Р/год	В — 240 Р/год
0,1	25	116—12	49—6,1	31—4
	50	150—14	60—6,4	35—3,9
	75	175—15	64—6,3	35—3,8
0,2	25	157—15	67—7,8	43—5,3
	50	200—18	83—8,3	50—5,3
	75	233—20	90—8,4	50—5,0
0,3	25	190—18	80—8,0	52—6,0
	50	240—21	98—9,6	60—6,2
	75	275—23	100—9,8	60—6,0
0,5	25	231—21	100—10	65—7,4
	50	300—25	121—12	78—7,7
	75	340—27	140—13,5	83—7,7
1,0	25	309—20	132—13,0	83—9,5
	50	402—31	170—15,0	109—10,0
	75	466—34	192—16,0	118—10,0
2,0	25	413—32	182—17	121—12
	50	536—39	231—19,6	149—13
	75	626—43	262—21	165—13
3,0	25	495—37	218—19	145—14
	50	630—45	275—23	180—15
	75	750—50	310—24	200—16
5,0	25	772—52	343—27	225—19
	50	920—58	393—28	253—20
	75	1035—62	436—30	270—20

\* Перша група чисел — довжина зони, друга — ширина.

Другий етап роботи — це виявлення фактичної радіаційної обстановки та її оцінка. На основі даних, одержаних від радіаційної розвідки, орган управління цивільного захисту і командири формувань оцінюють радіаційну обстановку.

Радіаційна обстановка визначається безпосередньо на об'єкті, навколо нього, на маршрутах висування сил цивільного захисту, а також у районі евакуації, уточнюється імовірний час початку випадання радіоактивних речовин.

Радіаційна обстановка характеризується масштабами і характером радіоактивного забруднення. Основними показниками ступеня небезпеки радіоактивного забруднення для населення є розміри зон радіоактивного забруднення і рівні радіації. Проте оцінюючи вплив радіоактивного забруднення на дії рятувальних формувань цивільного захисту і життєдіяльність населення, необхідно обов'язково враховувати і ступінь захищеності людей від радіоактивних випромінювань.

Оцінка радіаційної обстановки — це розв'язання основних завдань різних варіантів дій рятувальних служб цивільного захисту, а також виробничої

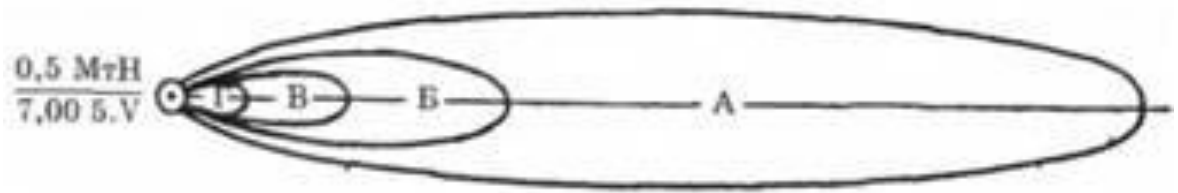


Рисунок 3.1 - Схема прогнозу зон радіоактивного забруднення ядерного вибуху.

діяльності об'єктів і галузей виробництва в умовах радіоактивного забруднення, аналіз одержаних результатів і вибір найбільш доцільних варіантів дій, які б виключали радіаційне ураження людей, сільськогосподарських тварин і забруднення радіоізотопами урожаю, продуктів і води.

Для оцінки радіаційної обстановки в населеному пункті й на виробничому об'єкті за даними розвідки необхідні такі вихідні дані [19].

1. Час ядерного вибуху, від якого виникло радіоактивне забруднення. Ці дані можна одержати з відділу питань НС та цивільного захисту населення району, області або методом розрахунку.

2. Рівні радіації на об'єкті та час їх випромінювання. Через те, що заміри рівнів радіації на об'єкті проводяться неодноразово, доцільно під час оцінки радіаційної обстановки значення рівнів радіації привести до 1 год після ядерного вибуху.

3. Значення коефіцієнтів ослаблення радіації будовами, спорудами, сховищами, укриттями, транспортними засобами. Для цього можна використати середні значення коефіцієнтів ослаблення, одержані розрахунково. Але надійніше після випадання радіоактивних речовин уточнити ці коефіцієнти замірюванням рівнів радіації всередині будинку (споруди), де будуть знаходитися люди, і на відкритій місцевості на відстані 20—30 м від будинку (споруди):

$$K_{\text{осл}} = P_{\text{відкр}}/P_{\text{буд}}$$

де  $P_{\text{відкр}}$  — рівень радіації на відкритій місцевості;  $P_{\text{буд}}$  — рівень радіації в будинку (споруді).

Інтервал між двома замірюваннями не повинен перебільшувати 2—3 хв.

4. Допустимі дози опромінення встановлюють залежно від конкретної обстановки, характеру завдання, яке будуть виконувати рятувальні формування. Необхідно враховувати, яке опромінення може бути одержане — одноразове чи багаторазове.

Слід враховувати те, що спочатку накопичення дози опромінення відбувається інтенсивніше, тому встановлену дозу перші чотири доби необхідно ділити у відповідній пропорції.

Кінцевим етапом оцінки радіаційної обстановки є висновки начальника цивільного захисту об'єкта про вплив радіоактивного забруднення на діяльність університету, ведення рятувальних і невідкладних робіт на об'єкті; найбільш доцільний варіант дій формувань при перетинанні зон і веденні рятувальних робіт на об'єкті: заходи захисту населення і особового складу формувань; кому і які необхідно дати розпорядження з метою забезпечення дій формувань в умовах радіоактивного забруднення; заходи захисту працівників та студентів; визначення сил і засобів для ліквідації наслідків радіоактивного забруднення; заявка для завезення необхідних засобів.

Висновки з оцінки радіаційної обстановки знаходять відображення в рішенні начальника цивільного захисту для організації рятувальних і невідкладних робіт і є основою для організації захисту особового складу рятувальних формувань і населення в умовах радіоактивного забруднення.

Оцінюючи обстановку, можна користуватись формулами, спеціальними таблицями, графіками, лінійками: дозиметричною (ДЛ), радіаційними (РЛ-І, РЛ-З), розрахунковою лінійкою, обчислювальною технікою.

Розглянемо рішення конкретних задач з оцінки радіаційної обстановки.

1. Приведення рівнів радіації до одного часу після вибуху та визначення рівня радіації на заданий час. Основою для розв'язання радіаційних задач є карта з нанесеними значеннями потужностей доз випромінювання на місцевості, межами зон забруднення, розміщення населених пунктів і об'єктів. Район забруднення радіоактивними речовинами умовно ділиться на підвітряну і навітряну сторони.

Підвітряна сторона включає слід хмари і підвітряну половину зон забруднення в районі вибуху. Друга половина зон забруднення в районі вибуху відноситься до навітряної сторони. У подальшому для стислості вся підвітряна сторона району забруднення буде називатися слідом хмари.

Для нанесення зон радіоактивного забруднення необхідно виміряти рівні радіації у кількох точках. Ці заміри будуть зроблені у різний час. У результаті

розпаду радіоактивних речовин поступово знижується (спадає) рівень радіації. Тому необхідно виміряні рівні радіації привести до одного часу, тобто на 1 год після вибуху (до еталонного рівня). Тільки після цього можна наносити зони забруднення на карту.

Задача 1. На об'єкті через 2 год після ядерного вибуху рівень радіації  $P$  дорівнював 25 Р/год. Визначити, яким був рівень радіації через 1 год після вибуху  $P_0$ .

Розв'язок. У табл. 3.3 у графі "Час (і)" який пройшов після вибуху" знаходимо проти цифри 2 відношення  $P/P_{0у}$  яке дорівнює 2,30:  $P/P_0 = 2,30$ ;  $P_0 = P \cdot 2,30 = 57,5$  Р/год.

Таблиця 3.3 - Коефіцієнти перерахунку рівнів радіації на різний час після вибуху

Час, який пройшов після вибуху, год	К, $P/P_0$	Час, який пройшов після вибуху, год	К, $P/P_0$	Час, який пройшов після вибуху, год	К, $P/P_0$
1	1,0	10	15,85	72	169,3
2	2,30	12	19,72	96	239,2
3	3,74	14	23,73	120	312,6
4	5,28	16	27,86	144	389,1
5	6,90	18	32,08	168	468,1
6	8,59	20	36,41	192	549,5
7	10,33	22	40,83	216	633,0
8	12,13	24	45,31	240	718,0
9	13,96	48	104,1	264	805,2

Примітка. Коефіцієнт К показує в скільки разів зменшився рівень радіації (потужність дози) за час від 1 год після вибуху до моменту даного вимірювання.

Відповідь. Рівень радіації через 1 год після вибуху дорівнював 57,5 Р/год.

Задача 2. На об'єкті через 5 год після ядерного вибуху рівень радіації дорівнював 120 Р/год. Визначити рівень радіації через 12 год після вибуху.

Розв'язок. У табл. 37 знаходимо відношення, що відповідає 5 і 12 год після вибуху:

$$P_0/P_5 = 6,9; \quad P_0/P_{12} = 19,72.$$

Шляхом складання звичайної пропорції знаходимо рівень радіації через 12 год після вибуху:

$$P_0 = P_5 \cdot 6,9; P_0 = P_{12} \cdot 19,72; P_5 \cdot 6,9 = P_{12} \cdot 9,72;$$

$$P_{12} = P_5 \cdot 6,9/19,72 = 120 \cdot 6,9/19,72 = 42 \text{ Р/год.}$$

Відповідь. Рівень радіації через 12 год після вибуху дорівнював 42 Р/год.

Рівень радіації на будь-який час після вибуху можна визначити і за допомогою графіка (рис. 3.2). Для цього знайти на осі абсцис цей час, на осі ординат — вимірний рівень радіації (наприклад, 3 Р/год на 10 год). Знайти на графіку точку, яка відповідає цим значенням. Через знайдену точку провести пряму від однієї осі до другої р/год під кутом  $50^\circ$  до осі абсцис, застосовуючи для цього косі лінії.

Для визначення рівня радіації треба на осі абсцис знайти необхідний час, спроектувати на отриману пряму точку перетину осей, потім спроектувати на вісь ординат і знайти відповідь (наприклад, рівень радіації на другу добу становитиме 0,5 Р/год). Графік можна використовувати для розв'язування зворотної задачі.

2. Визначення часу ядерного вибуху. Якщо час ядерного вибуху не відомий, його можна визначити за швидкістю зниження рівня радіації. Для цього у будь-якій точці місцевості необхідно виміряти два рази рівень радіації з інтервалом (у хвилинах або годинах). За одержаним відношенням рівнів радіації при другому і першому вимірюванні  $P_2/P_1$  і проміжку часу між вимірюваннями (табл. 3.4) визначити час з моменту вибуху до другого вимірювання.

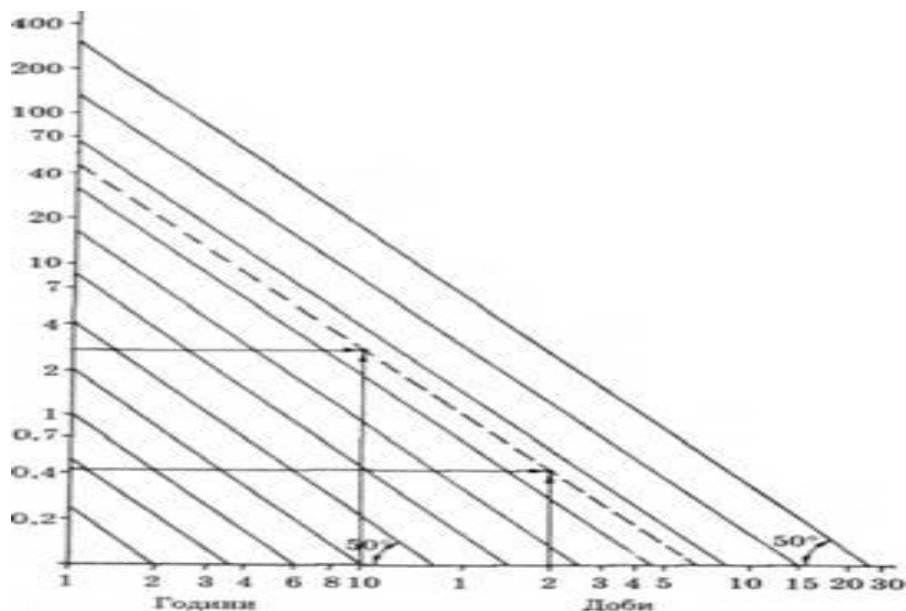


Рисунок 3.2 - Графік для визначення рівня радіації на будь-який час після вибуху

Таблиця 3.4. - Час після вибуху залежно від співвідношення виміряних на місцевості рівнів радіації і часу між вимірюваннями

Відношення рівня радіації при другому і першому вимірюванні, $P_2/P_1$	Час між двома вимірюваннями ( $t_2-t_1$ )							
	Хвилини		Години					
	20	30	1	1	3	4	5	6
0,9	4,0	6,0	12,0	24,0	36,0	48,0	60,0	144,0
0,8	2,0	3,0	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0	72,0
0,7	1,2	2,0	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0	48,0
0,6	1,0	1,3	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	34,0
0,5	0,45	1,1	2,2	4,3	7,0	9,0	12,0	28,0
0,4	0,35	0,55	1,5	3,4	5,3	7,3	9,0	22,0
0,3	—	—	1,35	3,1	4,4	6,3	8,0	18,0
0,2	—	—	1,8	2,4	4,0	5,3	7,0	16,0

Задача 3. На території населеного пункту в 10.00 рівень радіації  $P_1$  дорівнював 50 Р/год. Через 4 год, тобто о 14.00, у тій же точці рівень радіації  $P_2$  дорівнював 20 Р/год. Визначити час ядерного вибуху.

Розв'язок. Відношення рівня радіації при другому вимірюванні  $P_2$  до рівня радіації при першому вимірюванні  $P_1$

$$P_2/P_1 = 20/50 = 0,4.$$

Проміжок часу між двома вимірюваннями:

$$14.00 - 10.00 = 4.$$

У табл. 3.4 на перетині графі "Відношення рівня радіації" при другому і першому вимірюваннях з графою "Час між двома вимірюваннями" (при значенні часу 4 год і відношенні  $P_2/P_1 = 0,4$ ) знаходимо, що від ядерного вибуху до другого вимірювання пройшло 7 год 30 хв:

$$14.00 - 7.30 = 6.30.$$

Таким чином, вибух стався о 6 год 30 хв.

3. Визначення зон забруднення за виміряним рівнем радіації.

Для визначення зон забруднення потрібні такі вихідні дані: рівні радіації на місцевості й час їх вимірювання. Якщо рівні радіації виміряні у багатьох точках і в різний час, необхідно рівні радіації привести до 1 год після вибуху, після чого, знаючи рівні радіації на зовнішніх межах зон радіоактивного забруднення, нанести їх відповідним кольором на карту. Зони забруднення можна визначити, не роблячи перерахунки на 1 год, а користуючись даними табл. 3.5.

Таблиця 3.5 - Рівні радіації на межах зон радіоактивного забруднення на різний час після вибуху

Час після вибуху, год	Рівень радіації на межах зон, Р/год			Час після вибуху, год	Рівень радіації на межах зон, Р/год		
	А	Б	В		А	Б	В
0,5	18	180	540	10	0,5	5	15
1	8	80	240	12	0,4	4	12
2	3,5	35	100	18	0,3	3	9
3	2	20	60	24	0,2	2	6
4	1,5	15	45	36	0,1	1	3
5	1	10	30	48	0,08	0,8	2,5
6	0,9	9	27	72	0,05	0,5	1,5
8	0,7	7	20				

4. Визначення можливих доз опромінення за час перебування на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами. За необхідності проведення рятувальних робіт чи робіт, пов'язаних з виробництвом, слід завчасно розрахувати можливі дози опромінення, які можуть одержати люди при перебуванні на забрудненій радіоактивними речовинами території.

Розрахувати дозу можливого опромінення можна за допомогою лінійок ДЛ, РЛ-1, РЛ-3, формул або таблиць.

Дозу можна визначити за формулою

$$D = P \cdot t,$$

де  $D$  — доза опромінення;  $P$  — рівень радіації (потужність дози);  $t$  — тривалість опромінення.

Але ця формула підходить при сталому рівні радіації. Після Чорнобильської аварії нині на значних територіях спостерігається сталий рівень радіації або такий, що знижується дуже повільно. За допомогою цієї формули можна орієнтовно визначити дози опромінення.

Після ядерного вибуху рівень радіації зменшується не рівномірно, а по експоненціальній кривій, тобто спочатку швидко, а потім все повільніше. Тому, щоб правильно визначити дозу, потрібно часто вимірювати рівень радіації, а це не зручно.

Після випадання радіоактивних речовин протягом першої доби дозу опромінення можна визначити за формулою

$$D = 5P_{\text{вип}} t^{1.2} (t^{-0.2} - t_0^{-0.2})$$

де  $D$  — Доза опромінення за будь-який час;  $P$  — максимальний рівень радіації на час  $t_{\text{вип}}$ ;  $t_{\text{вип}}$  — час закінчення формування сліду радіоактивного забруднення, коли рівень радіації стабілізувався;  $t_0$  — початок опромінення після вибуху;  $t_k$  — кінець опромінення після вибуху.

Визначення доз опромінення протягом першої доби за період короткочасного перебування в зоні радіоактивного забруднення, а також починаючи з другої доби розрахунки доцільно робити за формулами

$$D = P_{\text{ср}}t; D = P_{\text{ср}}t/K_{\text{осл}}$$

де  $P_{\text{ср}}$  — середній рівень радіації за час опромінення;  $t$  — тривалість перебування в зоні забруднення;  $K_{\text{осл}}$  — коефіцієнт ослаблення радіації транспортними засобами, будинками, спорудами. Середній рівень радіації  $P_{\text{ср}}$  визначають за формулою

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{п}} + P_{\text{к}}}{2K_{\text{осл}}}$$

де  $P_{\text{п}}$  — рівень радіації на початку перебування, Р/год;  $P_{\text{к}}$  — рівень радіації в кінці перебування, Р/год.

Задача 4. Через 1 год після вибуху еталонний рівень радіації дорівнював 60 Р/год. Визначити дозу опромінення, одержану працівником за час роботи на відкритій місцевості, якщо рівень радіації о 8 год дорівнював 20 Р/год, а о 16 год — 10 Р/год.

Розв'язок. У табл. 3.6 знаходимо коефіцієнт ослаблення радіації кабіною автомобіля, який дорівнює 2. Робітник працював: 16 год - 8 год = 8 год.

$$D = \frac{P_{\text{п}} + P_{\text{к}}}{2 * K} = ((20 + 10) \cdot 8) / (2 \cdot 2) = 60 \text{ Р.}$$

Відповідь. Перебуваючи 8 год у кабіні автомобіля, працівник одержав дозу опромінення 60 Р.

За допомогою цієї формули можна розраховувати дозу в зонах радіоактивного забруднення (коли необхідно зробити прогноз), якщо відомі тривалість роботи і рівень радіації на будь-який час після вибуху. За допомогою лінійок ДЛ, РЛ-1, РЛ-3 або коефіцієнта  $K$  можна розрахувати рівні радіації як на



Таблиця 3.6. - Середні значення коефіцієнтів ослаблення доз радіації К

Будівлі, споруди, транспортні засоби, умови знаходження людей.	
Розміщення на відкритій місцевості	1
Відкриті щілини, траншеї	3—4
Перекриті щілини	50
Протирадіаційні укриття (ПРУ)	100 і більше
Герметичні сховища	1000 і більше
Автомобілі, автобуси, вагони вантажні	2
Кабіни тракторів, бульдозерів, екскаваторів, автогрейдерів	4
Виробничі одноповерхові будівлі	7
Житлові кам'яні будинки одноповерхові	10
Підвали	40
Житлові кам'яні будинки двоповерхові	15
Підвали	100
Житлові дерев'яні будинки одноповерхові	2
Підвали	7

початок опромінення (входу), так і на кінець опромінення (виходу із забрудненої зони).

Значно простіше визначати дозу опромінення за допомогою таблиці. Для цього необхідно знати такі дані: еталонний рівень радіації на об'єкті, час початку роботи (опромінення), який відраховується від часу вибуху, і тривалість роботи (перебування на території забруднення).

У табл. 3.7 наведені дози радіації для рівня радіації 100 Р/год через 1 год після вибуху. Щоб визначити дози опромінення для інших значень рівнів радіації, необхідно знайдену за таблицею дозу опромінення перемножити на відношення  $R/100$ , де  $R$  — фактичний рівень радіації через 1 год після вибуху.

Задача 5. Через 1 год після вибуху рівень радіації дорівнював 120 Р/год. Визначити дозу опромінення, одержану працівниками, якщо вони виїдуть на місце ліквідації наслідків радіаційного зараження через 10 год після вибуху і будуть працювати на відкритій місцевості.

Розв'язок. За табл. 3.7 визначаємо дозу при рівні радіації 120 Р/год. На перетині графі "Час початку опромінення" — 10 год і "Тривалість перебування" — 8 год знаходимо 35 Р.

При рівні радіації 120 Р/год доза буде більшою ( $120/100 = 1,2$ ) у 1,2 раза і дорівнюватиме  $35 \text{ Р} \cdot 1,2 = 42 \text{ Р}$ . Коефіцієнт ослаблення радіації на відкритій місцевості дорівнює 1. Таким чином, доза опромінення механізаторів становитиме  $42/1 = 42 \text{ Р}$ .

Визначаючи сумарні дози опромінення, одержані людьми неодноразово, необхідно враховувати, що організм до деякої міри відновлює частину ураження, викликаного опроміненням. Проте у перші чотири доби з початку опромінення відновлення не відбувається.

Після чотирьох діб організм починає боротися з променевим ураженням і з часом ступінь ураження відповідає не початковій дозі, а залишковій від початкової.

Залишкова доза радіації — це доза опромінення у відсотках від одержаної в результаті опромінення дози і не відновлена організмом до даного часу. Залежно від часу опромінення вона становить через 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 тижнів відповідно 90, 75, 60, 60, 42, 35, 30, 25, 20, 17, 15, 13, 11 і 10 %.

Визначаючи повторне опромінення людей потрібно враховувати дозу залишкового опромінення і нову, одержану дозу.

Таблиця 3.7. - Дози радіації, одержані на відкритій місцевості при рівні радіації 100 Р/год через 1 год після вибуху, Р

Час початку опромінення, початку вибуху, год	Тривалість перебування																
	Години												Доби				
	1	2	4	5	7	8	10	12	16	18	20	24	2	3	5	8	10
1	65	99	138	151	170	178	190	200	216	222	228	237	270	288	308	325	333
2	34	56	86	96	113	119	131	140	154	160	166	174	207	224	244	261	268
3	22	39	62	71	85	90	100	110	123	129	134	142	174	191	210	227	235
5	13	24	40	47	58	63	71	78	90	95	100	108	136	153	172	188	196
8	8	14	26	30	39	43	49	55	65	69	73	80	106	122	140	156	163
10	6	11	20	24	32	35	41	46	55	59	63	69	93	108	126	142	150
14	4	8	14	17	23	25	30	35	42	46	49	54	80	94	111	127	134
16	3,5	7	12	15	20	23	27	31	38	41	44	49	76	90	107	123	130
20	2,7	5	10	12	16	18	22	25	31	33	36	41	64	77	94	109	116
24	2,2	4	8	10	14	15	18	21	26	28	31	35	56	68	84	98	105
48	1,0	2	4	5	6	7	9	10	13	14	16	18	33	48	62	75	82
72	0,6	1,2	2	3	4	4	5	7	8	9	10	11	30	39	51	63	69
96	0,5	1,0	2	3	3	4	5	6	6	7	9	10	21	27	38	48	53

5. Розрахунок доз радіації, одержаних людьми при подоланні зон забруднення. При подоланні відрізків шляху радіоактивного забруднення,

потрібно визначити дозу опромінення при подоланні території радіоактивного забруднення на будь-який заданий час після ядерного вибуху та найбільш доцільний час подолання території забруднення, за який доза опромінення не перебільшувала б встановлену.

Середній рівень радіації ( $P_{\text{ср}}$ ) визначається за сумою вимірних значень рівнів радіації на маршруті руху, поділеною на кількість точок вимірювання.

З метою одержання більш достовірних результатів, визначаючи дози опромінення на маршрутах руху, рівні радіації слід вимірювати через однакові проміжки шляху.

Задача 6. Одержані дані про рівень радіації на маршруті руху формувань об'єкта в перерахунку на 1 год після вибуху, становили 5, 40, 20, 30, 5 Р/год. Визначити дозу радіації, яку одержить особовий склад формувань при подоланні сліду через 3 год після ядерного вибуху. Пересування буде здійснюватися на автомобілях зі швидкістю 20 км/год. Довжина шляху 40 км.

Розв'язок. Визначимо середній рівень радіації ( $P^p$ ) діленням суми вимірних рівнів радіації на кількість вимірювань:

$$P_{\text{ср}} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5)}{5} = \frac{(5 + 40 + 20 + 30 + 5)}{5} = 18 \text{ Р/год.}$$

Тривалість (час) руху через зону забруднення ( $t$ ) становить

$$t = \frac{S}{V} = \frac{40}{20} = 2 \text{ год.}$$

Визначимо час з моменту вибуху до подолання середини зони забруднення.

Подолання почнеться через 3 год після вибуху. У дорозі люди перебуватимуть 2 год. Половину шляху вони пройдуть за 1 год і перетнуть середину зони через 4 год з моменту вибуху.

За даними табл. 3.3 визначимо рівень радіації через 4 год після вибуху:

$$P_0/P_4 = 5,28; P_4 = P_0 : 5,28 = 18 : 5,28 = 3,4 \text{ Р/год.}$$

Розраховуємо дозу, яку одержить особовий склад формування цивільного захисту за час подолання сліду, враховуючи коефіцієнт ослаблення радіації автомобілем:

$$D_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{ср}} t}{K} = 3,4 \text{ Р.}$$

6. Визначення допустимого часу перебування в зоні забруднення при відомому рівні радіації. Допустимий час перебування на забрудненій місцевості визначається тоді, коли доза радіації відома і необхідно знати скільки часу

можна перебувати в зоні забруднення, щоб доза радіації не перебільшувала встановлену.

Цей час визначають за даними табл. 3.8 або радіаційної лінійки РЛ-1, РЛ-3. Вихідними даними є: встановлена доза опромінення, час вибуху і початковий рівень радіації на місцевості при в'їзді на територію.

Таблиця 3.8. - Допустимий час перебування в зоні забруднення при відомому рівні радіації

Д/Р*	Час входу в забруднений район з моменту вибуху, год										
	1	2	4	5	7	8	10	12	15	20	24
0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,3	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,22	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
0,4	0,30	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
0,5	0,40	0,35	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
0,6	0,55	0,45	0,40	0,40	0,40	0,40	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
0,7	1,10	0,50	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
0,8	1,20	1,00	0,55	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
0,9	1,40	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
1,0	2,00	1,25	1,10	1,10	1,05	1,05	1,05	1,05	1,00	1,00	1,00
1,25	3,15	1,55	1,30	1,30	1,25	1,25	1,20	1,20	1,20	1,20	1,15
1,5	5,10	2,30	1,55	1,50	1,45	1,40	1,40	1,35	1,35	1,35	1,35
2,0	12,00	4,00	2,45	2,35	2,25	2,20	2,15	2,15	2,10	2,10	2,05
2,5	31,00	6,30	3,50	3,30	3,10	3,00	2,55	2,50	2,45	2,45	2,40
3,0	96,30	10,00	5,00	4,30	4,00	3,50	3,40	3,30	3,25	3,15	3,15
6,0	Без обмежень		20,00	15,00	11,00	10,00	9,00	8,20	7,45	7,15	7,00

\* Д — встановлена доза опромінення; Р — рівень радіації на місцевості, Р/год, на період входу на забруднену територію.

Задача 7. Ядерний вибух стався о 10.00. Формування отримало завдання прибути в район ведення рятувальних робіт через 2 год після вибуху, де на той час рівень радіації становив 10 Р. Визначити можливий час перебування в зоні забруднення при допустимій дозі опромінення за час роботи 15 Р.

Розв'язок. Знаходимо відношення  $D/P = 15 : 10 = 1,5$ .

У табл. 3.8 на перетині вертикальної ( $D/P = 1,5$ ) і горизонтальної ( $t = 2$ ) граф знаходимо результат. Час перебування на забрудненій території за даних умов не повинен перевищувати 2,3 год.

7. Визначення допустимого часу початку і тривалості ведення рятувальних робіт при заданій дозі радіації. Оцінюючи вплив радіоактивного забруднення на ведення рятувальних і невідкладних робіт, потрібно виходити з необхідності проведення таких робіт і одночасно вживати всіх заходів для забезпечення безпеки особового складу формувань.

Такі заходи мають передбачати: позмінну організацію робіт, суворий контроль отриманих доз, застосування індивідуальних засобів захисту і захисних властивостей будівель, споруд, транспортних засобів, своєчасне проведення санітарної обробки людей і спеціальної обробки техніки.

Вихідними даними для визначення часу введення сил на об'єкти для проведення рятувальних робіт є: рівні радіації на об'єктах і встановлена доза опромінення на першу добу роботи або на весь період ведення рятувальних і невідкладних робіт в осередку ураження.

Проте час введення формувань на об'єкти проведення рятувальних робіт залежить не тільки від рівня радіації і встановленої дози опромінення, а й від тривалості роботи зміни.

Час введення формувань можна розрахувати за формулою

$$D = 5P_0(t^{-0.2} - t_0^{-0.2}),$$

де  $D$  — встановлена доза на період проведення робіт, Р;  $P_0$  — рівні радіації через 1 год після вибуху, Р/год;  $t_{вх}$  — час входу в зону забруднення, год;  $t_{вих}$  — час виходу із зони забруднення, год.

Крім цього, на основі формули розроблені таблиці та графік, які дають можливість визначити час введення першої і наступних змін на об'єкт для проведення рятувальних робіт з урахуванням конкретних рівнів радіації і встановлених доз опромінення.

За табл. 3.9 можна розрахувати час введення формувань ЦО на об'єкти для проведення рятувальних робіт при рівнях радіації, встановлених дозах опромінення на першу добу роботи 10, 20, 30, 50 Р, різною тривалістю роботи і необхідною кількістю змін.

Задача 9. Населення проживає в одноповерхових дерев'яних і кам'яних (цегляних) будинках. Коефіцієнт ослаблення перших — 2, других — 10. Для захисту є протирадіаційні укриття з коефіцієнтом ослаблення 50. Замірний рівень радіації о 10 год дорівнював 15 Р/год, ядерний вибух стався о 5 год. Визначити режим захисту населення.

Розв'язок. Визначимо час, який пройшов від моменту вибуху до вимірювання рівня радіації:

$$10.00 - 5.00 = 5 \text{ год.}$$

У табл. 3.3 знаходимо  $K$ , який дорівнює 6,9. Визначимо рівень радіації через 1 год після вибуху:

$$15 \cdot 6,9 = 103,5 \text{ Р.}$$

Таблиця 3.9. - Типові режими № 1 радіаційного захисту населення в умовах радіоактивного забруднення місцевості, яке перебуває в дерев'яних будинках з  $K_{осл} = 2$  і використовує ПРУ з  $K_{осл} = 50$

Зона забруднення	Рівень радіації через 1 год після вибуху Р/год	Умовна назва режиму захисту	Загальна тривалість дотримання режиму, діб	Послідовність дотримання режиму захисту						Проживання в будинках з обмеженням перебуванням на відкритій місцевості до 1 год на добу, діб
				I. Укриття в ПРУ		II. Укриття в будинках і ПРУ				
				Тривалість перебування в укритті	Час і тривалість короткочасного виходу з ПРУ	Тривалість п в укритті, діб	У тому числі тривалість перебування протягом доби, год			
				у будинках	у ПРУ	на відкритій місцевості				
А	25	1—А-1	1	4 год	—	—	—	—	—	1
	50	1—А-2	2	12 год	—	—	—	—	—	1,5
	80	1—А-3	4	24 год	—	1	10	13	1	2
Б	100	1—Б-1	6	1,5 год	У кінці 1 доби на 1 год	2	10	13	1	2,5
	140	1—Б-2	8	2 доби	Те саме	3	9	14	1	3
	180	1—Б-3	10	2,5 доби	—	4	9	14	1	3,5
	240	1—Б-4	15	3 доби	У кінці 1-ї доби на 15-30 хв, у кінці 2-5-ї на 30-60 хв	7	8	15	1	5
В	300	1—В-1	25	5 діб	У кінці 1-ї доби на 15-30 хв, в кінці 2-5-ї на 30-60 хв	10	5,5	17	0,5	10

Таблиця 3.10. Типові режими № 2 радіаційного захисту населення в умовах радіоактивного забруднення місцевості, яке перебуває в кам'яних (цегляних) одноповерхових будинках з  $K_{ося} = 10$  і використовує ПРУ з  $K_{осл} = 60$

Зона забруднення	Рівень радіації через 1 год після вибуху, Р/год	Умовна назва режиму захисту	Загальна тривалість	Послідовність дотримання режиму захисту							Проживання в будинках	
				I. Укриття в ПРУ		II. Укриття в будинках і ПРУ			Тривалість перебування в будинках	у ПРУ		на відкритій місцевості
				Тривалість перебування в укритті	Час і тривалість короткочасного виходу з ПРУ	У тому числі тривалість перебування протягом доби, год						
						у будинках	у ПРУ	на відкритій місцевості				
А	25	2-А—1	1	2 год	—	—	—	—	—	2		
	50	2-А—2	2	8 год	—	—	—	—	—	1		
	80	2-А—3	4	12 год	—	—	—	—	—	3,5		
Б	100	2-Б—1	6	16 год	—	—	—	—	—	5		
	140	2-Б—2	8	1 доби	—	1	12	10	2	6		
	180	2-Б—8	10	1,5 доби	—	2	12	10	2	7,5		
	240	2-Б—4	15	2 доби	У кінці 1-ї доби на 1 год	3	12	10	2	10		
В	300	2-В—1	20	3 доби	У кінці 1-ї доби на 30 хв, У кінці 2—3-ї на 30—60 хв	4	11	11	2	13		

Таблиця 3.11. - Типові режими № 4 радіаційного захисту робітників та службовців на об'єктах господарювання, які перебувають у дерев'яних будинках з  $K_{осл} = 2$  і використовують ПРУ з  $K_{осл} = 20-50$

Зона забруднення	Рівень радіації через 1 год після вибуху, Р/год	Умовна назва режиму захисту	Загальна тривалість 1 дотримання режиму захисту, діб	Послідовність дотримання режиму захисту		
				1. Тривалість перебування в ПРУ (час припинення роботи об'єкта)	2. Тривалість роботи об'єкта 3 використанням для відпочинку ПРУ, діб	3. Тривалість роботи об'єкта з обмеженим перебуванням людей на відкритій місцевості протягом кожної доби до 1—2 год, діб
1	2	3	4	5	6	7
А	25	4—А—1	1	До 2 год	—	1
	50	4—А—2	1	2 год	—	2
	80	4—А—3	4,5	6 год	—	4
Б	100	4—Б—1	6,5	8 год	1	5
	140	4—Б—2	8	12 год	1,5	6
	180	4—Б—3	10	16 год	2	7
	240	4—Б—4	15	1 доба	2	12
В	300	4—В—1	30	2 доби	3	25



Таблиця 3.12. Типові режими № 5 радіаційного захисту робітників та службовців на об'єктах господарювання, які перебувають у кам'яних (цегляних) будинках з  $K_{осл} = 10$  і використовують ПРУ з  $K_{осл} = 50 - 100$ .

Зона забруднення	Рівень радіації через 1 год після вибуху, Р/год	Умовна назва режиму захисту	Загальна тривалість дотримання режиму захисту, діб	Послідовність дотримання режиму захисту		
				1. Тривалість перебування в ПРУ (час припинення роботи об'єкта)	2. Тривалість роботи об'єкта з використанням для відпочинку ПРУ, Діб	3. Тривалість роботи об'єкта з обмеженим перебуванням людей на відкритій місцевості протягом кожної доби до 1—2 год, діб
А	25	5—А—1	0,5	2 год	—	0,4
	50	5—А—2	1	4 год	—	0,8
	80	5—А—3	2	5 год	—	1,8
Б	100	5—Б—1	3	6 год	—	2,7
	140	5—Б—2	5	9 год	—	4,6
	180	5—Б—3	7	12 год	1	5,5
	240	5—Б—4	10	16 год	1,5	8
В	300	5—В—1	15	1 доба	2	12

За табл. 3.9 знаходимо, що для населення, яке проживає в дерев'яних будинках з  $K_{\text{осл}} = 2$  і протирадіаційними укриттями з  $K_{\text{жл}} = 50$ , при даному рівні радіації повинен бути введений режим 1—Б—1, загальна тривалість дії якого 6 діб, і далі визначено режим поведінки населення протягом шести діб, із них 1,5 доби знаходиться в ПРУ. Для мешканців кам'яних будинків користуємося табл. 3.10.

### 3.3 Хімічна обстановка та її етапи

Хімічна обстановка — це сукупність наслідків хімічного зараження території отруйними речовинами чи сильнодіючими ядучими речовинами, які впливають на діяльність об'єктів народного господарства, формування ЦО і населення.

Хімічна обстановка може утворитися при застосуванні хімічної зброї, або в результаті аварійного розливу, чи викидання СДОР і утворення зон хімічного зараження й осередків хімічного ураження.

Ступінь вертикальної стійкості приземного шару повітря може бути визначений за даними прогнозу погоди і за допомогою таблиць 3.13 і 3.14. Крім того, його більш точно можна визначити за швидкістю вітру на висоті 1 м і температурному градієнті в шарі 50 м - 200 см [20].

Таблиця 3.13 - Оцінка ступеня вертикальної стійкості повітря за даними прогнозу

Швидкість вітру, м/с	Ніч			День		
	ясно	напів-ясно	хмарно	ясно	напів-ясно	хмарно
0,5	інверсія			конвекція		
0,6—2	інверсія			конвекція		
2,1—4	ізотермія			ізотермія		
> 4	ізотермія			ізотермія		

Оцінка хімічної обстановки при зараженні отруйними речовинами.

Оцінюючи хімічну обстановку, що виникла в результаті потрапляння в навколишнє середовище небезпечних хімічних речовин, необхідно визначити:

- розміри зон хімічного ураження;
- площі зони зараження;
- тип хімічної речовини.

Таблиця 3.14 - Визначення вертикальної стійкості повітря за даними метеообстежень

V, м/с	$\Delta t$ °C																																		
	+1.6	+1.5	+1.4	+1.3	+1.2	+1.1	+1.0	+0.9	+0.8	+0.7	+0.6	+0.5	+0.4	+0.3	+0.2	+0.1	0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8	-0.9	-1.0	-1.1	-1.2	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6		
0,5																																			
1																																			
1,5																																			
2																																			
2,5																																			
3																																			
3,5																																			
4																																			
> 4																																			

На основі цих даних оцінюють глибину поширення зараженого повітря, стійкість хімічних речовин на місцевості, час перебування людей у засобах захисту шкіри, можливі ураження людей, сільськогосподарських тварин і рослин, зараження споруд, будинків, урожаю, кормів, продуктів, води.

Розглянемо методику розв'язання задач оцінки хімічної обстановки при зараженні отруйними речовинами. Глибина поширення зараженого повітря визначається відстанню від повітряної межі району застосування хімічної зброї до межі поширення зараженого повітря з уражаючими концентраціями. Вона залежить від рельєфу місцевості, метеорологічних умов, щільності забудови населених пунктів, наявності лісових насаджень. Так, кожний кілометр глибини лісу в напрямку вітру зменшує на 2,5 км відстань, яку проходить хмара на рівній місцевості.

З метою визначення масштабів, характеру, ступеня впливу небезпечних хімічних речовин на людей, тварин, рослин, воду, корми, урожай і розробки доцільних дій рятувальних формувань і населення при ліквідації хімічного зараження й ведення робіт на об'єкті проводять оцінку хімічної обстановки методом прогнозування або за даними розвідки.

Вихідними даними для оцінки хімічної обстановки є:

- район і час зараження ОР;
- тип і кількість ОР;
- ступінь захищеності людей, тварин, продуктів харчування, кормів;
- умови зберігання і характер потрапляння в навколишнє середовище небезпечних хімічних речовин;
- топографічні умови місцевості, характер забудови, наявність лісових насаджень на шляху поширення зараженого повітря;

— метеоумови: швидкість та напрямок вітру в приземному шарі, температура повітря і ґрунту, ступінь вертикальної стійкості повітря.

Є три ступені вертикальної стійкості повітря: інверсія, ізотермія і конвекція.

Інверсія виникає при ясній погоді, малій (до 4 м/с) швидкості вітру, у вечірній час, приблизно за 1 год до заходу сонця. При інверсії нижні шари повітря холодніші за верхні, що перешкоджає розсіюванню його по висоті й утворює найбільш сприятливі умови для збереження високих концентрацій забрудненого повітря [21].

Конвекція виникає при ясній погоді, малих (до 4 м/с) швидкостях вітру, приблизно через 2 год після сходу сонця і руйнується приблизно за 2—2,5 год до заходу сонця. При конвекції нижні шари нагріваються сильніше, ніж верхні, і це сприяє швидкому розсіюванню забрудненої хімічною речовиною хмари і зменшенню її уражаючої дії.

Ізотермія спостерігається в хмарну погоду і характеризується стабільною рівновагою повітря в межах 20—30 м від земної поверхні. Ізотермія, так само, як і інверсія, сприяє тривалому застою парів ОР.

Задача 1. Вихідні дані. Район зараження зарином знаходиться за 15 км від села К, швидкість вітру 2 м/с, від міста до села — ліс.

Визначити. Максимальну глибину забрудненого повітря від району зараження, а також час підходу до села К.

Розв'язок. 1. У табл. 63 знаходимо максимальну глибину поширення ОР на відкритій місцевості (50 км). Тепер знаходимо глибину Г з урахуванням примітки до табл. 63  $G = 50 : 3 \cdot 5 = 15$  км.

Таблиця 3.15 - Глибина небезпечного поширення зараженого повітря (при ізотермії), км

Тип ОР	Стійкий вітер швидкістю		Тип ОР	Стійкий вітер швидкістю	
	до 2 м/с	2—4 м/с		до 2 м/с	2—4 м/с
Ві-Ікс	5—8	8—12	Іприт	25	15
Зарин	50	40			

Примітки. 1. При конвекції глибина поширення хмари зараженого повітря зменшується приблизно у 2 рази, при інверсії збільшується в 1,5 — 2. 2. При нестійкому вітрі глибина поширення зарину в 3 рази, а іприту — у 2 рази менша. 3. У населених пунктах із суцільною забудовою і лісових масивах глибина поширення зараженого повітря зменшується в середньому в 3,5 рази.

2. За табл. 3.16 знаходимо час підходу забрудненої хмари до села — 2 год (120 хв).

Стійкість ОР визначається часом, після закінчення якого особовий склад рятувальних формувань і населення можуть знаходитись без засобів захисту. Визначаючи стійкість ОР на місцевості, необхідно враховувати тип речовини, швидкість вітру, температуру ґрунту і повітря, а також рельєф місцевості.

Задача 2. Вихідні дані. Гази Ві-Ікс поширились по об'єкту народного господарства, який знаходиться в лісі. Швидкість вітру — 5 м/с, температура 10 °С. Визначити стійкість газів Ві-Ікс.

Таблиця 3.16. - Орієнтовний час підходу зараженого повітря (хмари) до об'єкта, хв.

Відстань від району застосування ОР, км	Швидкість вітру в приземному шарі, м/с				Відстань від району застосування хімічної зброї, км	Швидкість вітру в приземному шарі, м/с			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	15	8	5	4	12	180	100	60	50
2	30	15	10	8	15	240	120	85	60
4	70	30	20	15	20	300	160	110	80
6	100	50	30	25	25	360	200	140	105
8	135	60	45	30	30	420	240	160	120
10	150	80	55	45	-	-	-	-	-

Розв'язок. 1. У табл. 3.17 знаходимо, що стійкість Ві-Ікс при швидкості вітру 5 м/с і температурі ґрунту 10 °С становить до 10 діб, але враховуючи, що об'єкт знаходиться в лісі, стійкість буде більшою у 10 разів:  $10 \cdot 10 = 100$  діб.

Час перебування людей у засобах захисту в осередках хімічного ураження буде залежати головним чином від температури навколишнього середовища і стійкості ОР.

Задача 3. Вихідні дані. Визначити допустимий час перебування особового складу рятувальних формувань в захисних костюмах під час проведення рятувальних робіт на зараженій місцевості при температурі повітря 17 °С.

Розв'язок. Знаходимо в табл. 3.18 допустимий час перебування особового складу рятувальних формувань при температурі 17 °С, який становить 2 год.

Втрати людей в осередку хімічного ураження залежать від типу хімічної речовини, чисельності людей, які перебувають в осередку ураження, ступеня захищеності й своєчасного застосування протигазів.

Таблиця 3.17. - Стійкість отруйних речовин

Тип ОР	Швидкість вітру, м/с	Температура ґрунту, °С			
		0	10	20	30
Ві-Ікс	0—8	до 20 діб	до 10 діб	до 5 діб	1,5 доби
Зарин	до 2	28 год	13 год	6 год	3 год
	2-8	19 год	8 год	4 год	2 год
Іприт	До 2	—	3—4 доби	2,5 доби	20—30 год
	2-8	—	1,5—2,5 доби	1 — 1,5 доби	10—25 год

Таблиця 3.18. Час перебування в засобах захисту шкіри, год

Температура повітря, °С	Тривалість перебування, год
30 і більше	0,3
25—29	0,5
20—24	0,8
16—19	2,0
15 і нижче	3,0 і більше

### 3.3 Прогнозування наслідків впливу сильнодіючих ядучих речовин

Наслідки впливу небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті визначаються з метою прогнозування масштабів зараження при аваріях з небезпечними хімічними речовинами на промислових об'єктах, автомобільному, залізничному і трубопровідному транспорті, а також морському транспорті, якщо заражена хмара може дійти до прибережної зони, де перебувають люди.

Прогнозування масштабів зараження — це визначення глибини і площі можливого і фактичного зараження території СДЯР, часу підходу зараженого повітря і небезпеки ураження людей, тварин і рослин [22].

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

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

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

Прогнозування обстановки може бути довгострокове (оперативне) і аварійне.

Довгострокове прогнозування проводиться завчасно для визначення можливих масштабів зараження, сил і засобів для ліквідації наслідків аварії, розробки заходів забезпечення захисту населення та підвищення стійкості роботи об'єктів. Для прогнозування необхідні такі дані:

- загальна кількість небезпечних хімічних речовин на об'єктах, які знаходяться в небезпечних районах (на воєнний час та для сейсмонебезпечних районів тощо), розлив хімічної речовини приймається "вільно"; кількість хімічної речовини в одиничній максимальній ємності — залежно від умов зберігання приймається розлив хімічної речовини "у піддон" або "вільно"; висота обвалування та піддону;

- метеоумови;
- швидкість вітру в приземному шарі — 1 м/с, температура повітря — 20 °С, ступінь вертикальної стійкості повітря — інверсія, напрямок вітру не враховується, тому поширення хмари зараженого повітря приймається у полі 360°;
- заповнення ємності приймається за 70 % від паспортного об'єму ємності;
- ємності при аваріях руйнуються повністю;
- при аваріях на газо- і продуктопроводах величина викидання хімічної речовини приймається за таку, що дорівнює її максимальній кількості, яка знаходиться в трубопроводі між автоматичними відсіка-чами (це 270—500 г);
- середня щільність населення в цій місцевості;
- захищеність населення, продуктів харчування.

При розташуванні в межах адміністративної території двох і більше хімічно небезпечних об'єктів та накладанні зон можливого зараження одна на одну чисельність населення, що може потрапити в зону зараження, визначають з розрахунку одноразового зараження території максимальною зоною можливого зараження СДЯР.

Зона можливого хімічного зараження — це площа кола з радіусом, який дорівнює глибині поширення хмари зараженого повітря з уражаючою токсодозою.

За наявності на об'єкті або адміністративній території кількох небезпечних речовин прогнозування масштабів зараження та оцінювання ступеня хімічної небезпеки проводяться за тією речовиною, аварія з викиданням (вилиттям) якої може бути найбільш небезпечною для населення.

Порядок нанесення зон зараження СДЯР на карти і схеми. При швидкості вітру, меншій за 1 м/с, зараження має вигляд кола (рис. 3.3, а), точка 0 відповідає джерелу зараження,  $\varphi = 360^\circ$ . Радіус кола дорівнює  $\Gamma$ . Зображення еліпса (пунктиром) відповідає зоні фактичного зараження на певний момент часу [23].

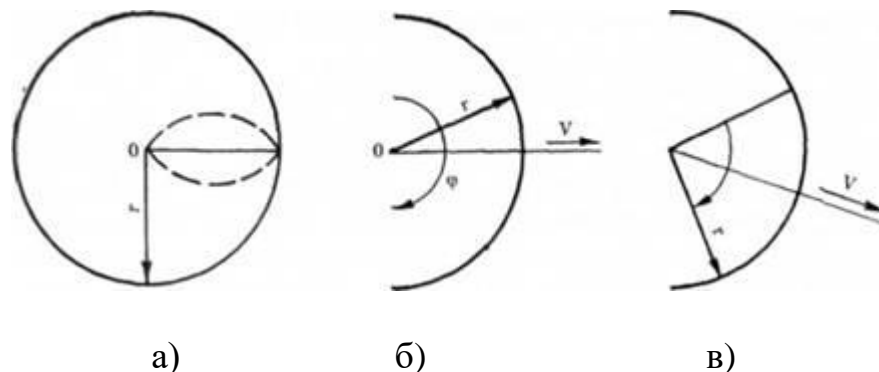


Рисунок 3.3 - Нанесення зон зараження СДЯР на карту (схему): а — при швидкості вітру  $< 1 \text{ м/с}$ ; б — при швидкості вітру  $1 \text{ м/с}$ ; в — при швидкості вітру  $> 1 \text{ м/с}$ .

При швидкості вітру за прогнозом 1 м/с зона зараження має вигляд півкола (рис. 3.3, б), точка 0 відповідає джерелу зараження,  $\varphi = 180^\circ$ . Радіус півкола дорівнює  $\Gamma$ . Бісектриса півкола збігається з віссю сліду зараженої хмари і орієнтована за напрямком вітру.

При швидкості вітру за прогнозом від 1 до 2 м/с зона зараження має вигляд сектора (рис. 3.3, в), точка 0 відповідає джерелу зараження,  $\varphi = 90^\circ$ . При швидкості вітру за прогнозом більше ніж 2 м/с  $\varphi = 45^\circ$ , радіус сектора дорівнює  $\Gamma$ .

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

Визначення площі зони можливого і фактичного хімічного зараження. Прогнозування масштабів зараження — це визначення глибини і площі можливого і фактичного зараження території СДЯР, часу підходу зараженого повітря і небезпеки ураження людей, тварин і рослин.

У результаті руйнування ємності і миттєвого (1—3 хв.) переходу в атмосферу хімічної речовини утворюється первинна хмара зараження.

Випаровування речовини, що розлилася на підстиляючу поверхню, утворює вторинну хмару небезпечної хімічної речовини.



Площа зони фактичного зараження — це територія з небезпечними для життя людей і тварин межами.

Площу можливого зараження первинною (або вторинною) хмарою СДЯР визначають за формулою

$$S_m = 8,72 \cdot 10^{-1} \Gamma^2 \phi,$$

де  $S_m$  — площа зони можливого зараження СДЯР, км<sup>2</sup>;  $\Gamma$  — глибина зараження, км;  $\phi$  — умовний розмір зони можливого зараження, коефіцієнт, що умовно дорівнює кутовому розміру зони.

Аварійне прогнозування здійснюється за даними розвідки після виникнення аварії для визначення можливих наслідків аварії і порядку дій у зоні можливого хімічного зараження.

Для аварійного прогнозування необхідні такі дані:

- — загальна кількість хімічної речовини в ємності (або трубопроводі) на час аварії;
- — характер розливу хімічної речовини на підстеляючу поверхню ("вільно" або "у піддон");
- — висота обвалування (або піддону);
- — наявність населених пунктів, лісових і садових насаджень;
- — реальні метеоумови на даний час: температура повітря (°C), швидкість (м/с) і напрямок вітру в приземному шарі, ступінь вертикальної стійкості шарів повітря (інверсія, конвекція, ізотермія);
- — середня густина населення для території, над якою поширюється хмара зараженого повітря;
- — захищеність населення.

Прогноз здійснюється не більше ніж на 4 год, після чого він має бути уточнений.

Після отримання даних з урахуванням усіх коефіцієнтів отримане значення порівнюється з максимальним значенням перенесення повітряних мас за 4 год:  $\Gamma = 4V$ , де  $\Gamma$  — глибина зони;  $V$  — швидкість перенесення повітряних мас (табл. 3.20).

Площу зони фактичного зараження розраховують за формулою

$$S_\phi = K \cdot \Gamma^2 \cdot t^{0,2},$$

де  $K$  — коефіцієнт, який залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря, приймається рівним 0,081 — при інверсії; 0,133 — при ізотермії; 0,235 — при конвекції;  $\Gamma$  — глибина зони зараження, яка визначається за допомогою таблиць [20],  $t$  — час, який пройшов після аварії, год.

Таблиця 3.20. - Швидкість перенесення переднього фронту хмари, зараженої СДЯР, км/год залежно від швидкості вітру і вертикального стану атмосфери

Швидкість вітру, м/с	Швидкість перенесення фронту хмари зараженого повітря СДЯР, км/год,:		
	Ізотермія	Інверсія	Конвекція
1	6	5	7
2	12	10	14
3	18	16	21
4	24	21	28
5	29	-	-
6	35	-	-
7	41	-	-
8	47	-	-
9	53	-	-
10	59	-	-

Задача 4. Вихідні дані. Після аварії зі СДЯР утвориться зона зараження з глибиною 10 км, швидкість вітру 2 м/с, інверсія.

Визначити. Яка буде площа зони фактичного зараження через 4 год.

Розв'язок. 1. Розрахувати площу можливого зараження за формулою

$$S_m = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 2 \cdot 90 = 79 \text{ км}^2.$$

2. Визначити площу зони фактичного зараження:  $S_{\phi} = 0,081 \cdot 10^2 \cdot 4M$  ю,7 км<sup>2</sup>.

У разі аварії (руйнування) резервуарів СДЯР оцінювання проводиться за конкретною фактичною обстановкою, що склалася, беруть реальні дані метеумов і кількість речовини, яка вилася (або викинута) у навколишнє середовище.

Оцінювання хімічної обстановки передбачає визначення розмірів зон хімічного зараження і осередків хімічного ураження, часу підходу зараженого повітря до певного об'єкта, меж населеного пункту, тривалості уражаючої дії і можливих втрат людей в осередку хімічного ураження.

### 3.4 Прогнозування наслідків впливу радіоактивних речовин

Серед потенційно небезпечних об'єктів особливе місце займають радіаційнонебезпечні об'єкти (РНО). До них відносяться атомні електростанції, підприємства з видобутку та переробки ядерного палива та захоронення радіоактивних відходів, науководослідні організації, що працюють з ядерними установками та інші [24].

У період нормального функціонування РНО, з метою профілактики та контролю навколо них виділяються дві зони безпеки, санітарно-захисна зона і зона спостереження.

Санітарно-захисна зона РНО - територія навколо об'єкта, на якій доза опромінення людей в умовах нормальної експлуатації, через наявність викидів і скидів, може перевищити гранично допустиму дозу.

Зона спостереження - це територія, де опромінення населення може досягти встановленої межі дози.

Найбільшу небезпеку для персоналу РНО і населення, що проживає поблизу, представляє радіаційна аварія.

Радіаційна аварія - незапланована подія на будь-якому об'єкті з радіаційною чи радіаційноядерною технологією, якщо виконуються дві необхідні і достатні умови:

- а) втрата регулюючого контролю над джерелом;
- б) реальне (або потенційне) опромінення, пов'язане з втратою регулюючого контролю над джерелом.

Всі радіаційні аварії поділяються на два види:

- а) аварії без радіоактивного забруднення середовища;
- б) аварії з радіоактивним забрудненням середовища.

За масштабом радіаційні аварії поділяються на: промислові та комунальні.

Масштаб радіаційної аварії визначається розміром території, а також чисельністю персоналу і населення залученого в неї.

До промислових аварій відносяться радіаційні аварії, наслідки яких, не поширюються за межі виробничих приміщень і промислового майданчика об'єкту, а аварійного опромінення зазнає лише персонал.

До комунальних відносяться радіаційні аварії, наслідки яких, поширюються на навколишню територію, де проживає населення і яке стає об'єктом реального чи потенційного аварійного опромінення.

За чисельністю втягнутого населення комунальні радіаційні аварії поділяються на: локальні (до 10 тис. чол), регіональні (>10 тис. чол), глобальні - значна частина або вся територія країни та її населення. Транскордонні - коли зони аварії поширюються за межі державного кордону.

У розвитку радіаційної аварії виділяють три основних часових фази:

- а) рання (гостра) фаза аварії;

б) середня (фаза стабілізації);

в) пізня (фаза відновлення).

Період ранньої фази включає наступні події:

Газоаерозольні викиди і рідинні скиди радіоактивних матеріалів з аварійного джерела.

Процес повітряного переносу та інтенсивної наземної міграції радіонуклідів.

Радіоактивні опади і формування радіоактивного сліду.

Тривалість ранньої фази від декількох годин до 1-2 місяців.

Період ранньої фази має такі особливості:

- присутність у навколишньому середовищі короткоживучих радіонуклідів, включаючи радіоактивні благородні газы, які обумовлюють високі інтенсивності і градієнти гаммаполів;

- при значних викидах радіоізопоів йоду виділяється так званий йодний період, протягом якого існує серйозна загроза інгаляційного надходження цих радіонуклідів в організм і як наслідок, опромінення щитовидної залози у населення, особливо дітей;

- поверхневе забруднення пасовищ, сінокосів, а так само сільгосппродукції.

На ранній фазі виникають зони радіоактивного забруднення. Характеристика зон радіоактивного забруднення місцевості при аварії на АЕС представлена в табл. 3.21.

Середня фаза характеризується порівняно швидким зниженням потужності дози випромінювання на місцевості (приблизно в 10 разів за рік) і починається через 1-2 місяці після аварії і триває 1-2 роки. На цій фазі, в навколишньому середовищі вже відсутні (через радіоактивний розпад) короткоживучі ізопои телуру, йоду, барію, лантану, однак у формуванні гамма-полів зростає роль церію, ніобію, рутенію і цезію. Основними джерелами внутрішнього опромінення є радіоізопои цезію ( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{136}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) і стронцію ( $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ) які надходять з продуктами харчування, вирощеними на забруднених територіях).

Після стабілізації радіаційної обстановки в районі аварії, в період ліквідації її тривалих наслідків, можуть встановлюватися зони (табл. 3.22):

- відчуження;
- тимчасового відселення;
- жорсткого контролю.

Пізня фаза починається через 1-2 роки після аварії і може тривати десятки і сотні років до досягнення радіоактивним забрудненням фонових значень як за рахунок фізичних та екологічних процесів, так і внаслідок контрзаходів.

Основним джерелом зовнішнього опромінення є  $^{137}\text{Cs}$  в випадках на ґрунт, а внутрішнього  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування, які виробляються на забруднених цими радіонуклідами територіях.

Для однакової оцінки надзвичайних випадків, пов'язаних з аварійними радіаційними викидами в навколишнє середовище міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ) у 1988-1990 роках розробило міжнародну шкалу ядерних подій INES (англ. International Nuclear Event Scale). У рамках шкали події класифікуються за семи рівнями:

7-й рівень - велика аварія. Викид в середовище від тисяч до десятків тисяч терабеккерелей (беккерель - одиниця активності,  $1 \text{ Бк} = 1 \text{ розп/с}$ ). Прикладом такої аварії є аварія на ЧАЕС у 1986 році (викид в середовище склав  $185 \cdot 10^4$  ТБк; загинули 32 людини, 70000 інвалідів, 5 млн. постраждалих; забруднення торкнулося всієї планети); аварія на АЕС Фукусіма-1, Японія 2011 рік (викид в середовище 700000 ТБк).

6-й рівень - серйозна аварія. Викид в середовище десятків і сотень ТБк. Приклад - аварія в ядерному центрі Селлафілд в 1957 році, Великобританія. 13 людей загинули, 260 отримали променеву хворобу.

5-й рівень - аварія з широкими наслідками. Викид в середовище до десятків ТБк. Приклад - аварія на АЕС Тримайл-Айленд в 1979 році, США. 10 людей загинули під час евакуації.

4-й рівень - аварія з локальними наслідками. Опромінення окремих осіб у межах АЕС дозою до 1 Зв. Приклад - аварія на АЕС Сен-Лоран у 1980 р., Франція.

3-й рівень - серйозний інцидент. Аварія в межах АЕС. Опромінення персоналу дозою до 50 мЗв. Приклад - аварія на АЕС Вандельос в 1989 р., Іспанія.

2-й і 1-й рівні - відключення і відмови управління, які не впливають на безпеку АЕС і середовища.

Нижче шкали знаходяться аварії та події, які не впливають на роботу ядерної установки. Щоб уникнути формування спотвореного уявлення про події, в результаті освітлення в ЗМІ, чи припущень громадськості, МАГАТЕ рекомендує оповіщати країни учасники в 24-годинний період про всі аварії вище 2-го ступеня.

При вивченні дії випромінювання на організм були визначені наступні особливості:

1. Висока ефективність поглиненої енергії. Малі кількості поглиненої енергії випромінювання можуть викликати глибокі біологічні зміни в організмі.

Таблиця 3.21 - Середні значення дози і потужності дози опромінення на межах зон забруднення місцевості, радий і рад/год

Найменування зон	Індекс зони	Доза випромінювання в 1-й рік після аварії, рад	Потужність дози випромінювання через 1 годину після аварії, рад/год		
		на зовнішній межі зони	на внутрішній межі зони	на зовнішній межі зони	на внутрішній межі зони
Слабкого радіоактивного забруднення	М	5	50	0,0014	0,14
Помірного радіоактивного забруднення	А	50	500	0,14	1,4
Сильного радіоактивного забруднення	Б	500	1500	1,4	4,2
Небезпечного радіоактивного забруднення	В	1500	5000	4,2	14
Надзвичайно небезпечного радіоактивного забруднення	Г	Понад 5000	Понад 5000	14,2	Понад 14,2

Таблиця 3.22 - Зони забруднення в період стабілізації

Найменування зони	Забруднення гама-випромінюванням, мР/год	Забруднення цезієм Кі/км <sup>2</sup>	Забруднення стронцієм Кі/км <sup>2</sup>
Відчуження	20	40	10
Тимчасового відселення	5-20	15-40	3-10
Жорсткого контролю	3-5	до 15	до 3

2. Наявність прихованого або інкубаційного періоду прояву дії іонізуючого випромінювання. Цей період часто називають періодом уявного благополуччя.

Тривалість його скорочується при опроміненні у великих дозах.

3. Дія від малих доз може додаватися або накопичуватися. Цей ефект називається кумуляцією.

4. Випромінювання впливає не тільки на даний живий організм, а й на його потомство. Це так званий генетичний ефект.

5. Різні органи живого організму мають свою чутливість до опромінення. При щоденному впливі дози 0,02...0,05 Р вже наступають зміни в крові.

6. Опромінення залежить від частоти. Одноразове опромінення великою дозою викликає більш глибокі наслідки, ніж фракціоноване (багаторазове опромінення з інтервалами від декількох годин до декількох днів).

7. Не кожен організм у цілому однаково реагує на опромінення.

8. Діючі сьогодні інструкції з радіаційного захисту засновані на положенні, згідно з яким ризик раку збільшується пропорційно дозі випромінювання. Ця пропорція була встановлена виключно після дослідження тварин і людей, що отримали високі або середні дози опромінення - наприклад, вижили після атомного бомбардування Хіросіми і Нагасакі. Результати найновіших експериментальних і статистичних досліджень свідчать: променеве навантаження в невеликих дозах викликає захисні реакції організму, вона може запобігати або повністю усувати пошкодження ДНК, а також відновлювати її - наприклад, статистичні дослідження робочих канадської атомної промисловості, постійно піддаються впливу незначних (що перевищують фонове не більше ніж в 20 разів) доз радіоактивного випромінювання, показали значне зменшення у них ризику раку. У робітників, які тривалий період отримували дози, що перевищують фонове випромінювання більш ніж в 40 разів, ризик раку збільшувався.

Поглинена енергія від іонізуючих випромінювань різних видів викликає іонізацію атомів і молекул речовин, в результаті чого молекули і клітини тканини руйнуються.

Відомо, що 2/3 загального складу тканини людини складає вода і вуглець. Процес утворення іонів триває всього близько 10-12 с, після чого наступають фізико-хімічні зміни тканини.

Виходячи з такого співвідношення між кількістю молекул білка і води, ймовірність потрапляння іонізованої частки в молекулу води в 104 рази більше, ніж в молекулу білка. Тому ефективність впливу на організм людини досягається не прямим впливом на білкову речовину клітини, а непрямим шляхом, через продукти розкладання води.

Під дією випромінювання у воді утворюється позитивно заряджений іон молекули води.

Електрон, який звільнився, може з'єднатися з іншою молекулою води, яка отримує в цьому випадку негативний заряд.

Цей етап радіолізу води називається прямим впливом іонізуючого випромінювання на організм людини.

Утворилися іони молекули води, хімічно не стійкі і відчують такі перетворення.

Утворилися речовини: перекис водню ( $H_2O_2$ ); радикал гідроперекису водню ( $HO_2^0$ ); радикал гідроксильної групи ( $OH^0$ ), радикал водню ( $H^0$ ), які володіючи великою хімічною активністю, взаємодіють з біологічними речовинами і викликають їх зміни. Цей етап біологічної дії іонізуючого випромінювання (утворення продуктів радіолізу води) називається непрямим впливом іонізуючого випромінювання, який своїми наслідками є домінуючим і визначає особливості та ефективність впливу цього виду енергії на організм людини.

Ніякий інший вид енергії в тій же кількості при впливі на людину не призводить до таких тяжких наслідків, як енергія іонізуючого випромінювання. Наприклад, енергія в 5 Дж на 1 кг маси людини у вигляді теплової енергії підвищує температуру тіла людини на 0,001 °С, а у вигляді іонізуючого випромінювання складе 5 Дж/кг = 5 Гр = 500 рад, і викличе важку форму променевої хвороби людини.

Залежність тяжкості променевої хвороби від дози опромінення людини зазначена в табл. 3.23.

В Україні для регулювання питань пов'язаних з аваріями на радіаційно-небезпечних об'єктах і захистом населення прийнято низку законодавчих і нормативних актів:

- Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» № 40/95-ВР від 08.02.95 р.;



- Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань» № 15/98-ВР від 14.01.98 р.;
- «Норми радіаційної безпеки України » НРБУ97 № 208 від 14.07.97 р.

Таблиця 3.23 - Залежність тяжкості променевої хвороби від дози опромінення людини

Доза опромінення	Тяжкість захворювання	
Зв	Бер	
1,5-2,0	150-200	легка форма
2,5-4,0	250-400	середня
4,0-6,0	400-600	тяжка
6,0-10	600-1000	вкрай тяжка

У Законі України «Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань» зазначається, що кожна людина, яка проживає або тимчасово перебуває на території України, має право на захист від впливу іонізуючих випромінювань. Це право забезпечується здійсненням комплексу заходів щодо попередження впливу іонізуючих випромінювань на організм людини понад встановлених дозових меж опромінення, компенсацією за перевищення встановлених дозових меж опромінення та відшкодуванням шкоди, заподіяної внаслідок впливу іонізуючих випромінювань.

Дозові межі визначаються цим Законом та НРБУ97.

Залучення осіб до ліквідації радіаційних аварій та їх наслідків допускається лише на добровільних засадах, за контрактом, в якому має зазначитися можлива доза опромінення за час ліквідації радіаційної аварії та її наслідків. Залучення до ліквідації радіаційних аварій та їх наслідків осіб, які мають медичні протипоказання, осіб віком до 18 років та жінок дітородного віку забороняється.

Опромінення осіб, залучених до ліквідації радіаційної аварії та її наслідків, понад основних дозових меж опромінення, встановлених Законом, допускається лише за їх згодою, у випадках, якщо не можна вжити заходів, які виключають їх перевищення, і може бути виправдано лише рятуванням життя людей та запобіганням подальшого небезпечного розвитку аварії і опромінення більшої кількості людей.

В умовах радіаційної аварії всі роботи виконуються аварійним персоналом, до складу якого входять:

Персонал аварійного об'єкта, а також члени спеціальних, заздалегідь підготовлених аварійних бригад - основний персонал;

Особи, залучені до аварійних робіт - залучений персонал.

У разі якщо роботи в зоні аварії пов'язані із запобіганням катастрофічних наслідків допускається заплановане перевищення дози до 100 мЗв. У випадках робіт, пов'язаних із врятуванням життя, повинні застосовуватися заходи, щоб еквівалентна доза опромінення, на будь-який орган, включаючи опромінення всього тіла, не перевищувала 500 мЗв. При цьому роботи пов'язані з перевищенням дози повинні виконуватися добровольцями, які пройшли медичне обстеження, інформовані про ризик і дали письмову згоду на участь у цих роботах.

Для захисту населення у разі ускладнення радіаційної обстановки на АЕС передбачені тимчасові норми (режими захисту), які наведені в табл. 3.24.

Таблиця 3.24. - Тимчасові режими захисту населення

№ режиму	Потужність експозиційної дози, мР/год.	Режимні заходи щодо захисту населення
1	0,1-0,3	Укриття дітей, герметизація приміщень, укриття та упаковка продуктів харчування. Обмежене перебування на відкритому повітрі дорослих. Устаткування санітарних бар'єрів на входах в квартири
2	0,3-1,5	Заходи першого режиму, йодна профілактика дітей, обмежено перебування на вулицях усього населення. Устаткування санітарних бар'єрів на входах у будинки
3	1,51-15	Заходи попередніх режимів, йодна профілактика всього населення, часткова евакуація (дітей і вагітних жінок)
4	15,1-100	Заходи 1, 2, 3 режимів. Евакуація всього населення, крім контингенту, задіяного в аварійно-рятувальних роботах
5	більше 100	Повна евакуація населення.

У ході і після аварії на рівень і тривалість наслідків, а так само на радіаційну обстановку значний вплив мають природний розпад радіоактивних речовин, міграція цих речовин у навколишньому середовищі, метеорологічні і кліматичні чинники, результативність робіт з ліквідації наслідків аварії, включаючи дезактивацію та водоохоронні заходи.

У початковий період після аварії найбільший внесок у загальну радіоактивність вносять радіонукліди з коротким періодом напіврозпаду (до 2-х місяців). Потім спад активності визначається нуклідами з великим періодом напіврозпаду - від кількох сотень діб до тисяч років.

З них тривалий час основну роль у динаміці радіаційної обстановки відіграють біологічно небезпечні радіонукліди: цезій-137, стронцій-90, плутоній-239.

Тому наведена формула обчислення дози випромінювання в зоні радіоактивного забруднення справедлива для сумарного впливу всіх радіонуклідів до моменту практично повного розпаду їх основної маси (2 роки). Після цього доза радіації буде визначатися внеском одного найбільш живучого елемента з періодом напіврозпаду на порядок більше за інших.

Орієнтовно можна, виходячи з досвіду Чорнобильської аварії, враховуючи склад радіонуклідів, що викидаються в атмосферу, прийняти, що сумарна дія основної маси радіонуклідів аварійного викиду буде мати місце протягом 10 років (п'ять полуперіодов напіврозпаду), після чого доза зовнішнього опромінення буде в основному визначатися цезієм-137 ( $T_{1/2}=30$  років).

При оцінці впливу радіоактивного забруднення найбільш типовими завданнями є:

а) прогнозування дози опромінення при знаходженні в зонах РЗ (дає можливість визначити режим поведінки і заходи захисту для запобігання радіаційних уражень. Методом прогнозування можна визначити можливі наслідки, якщо належні заходи захисту не будуть прийняті);

б) розрахунок допустимого часу перебування в зоні РЗ при заданій дозі випромінювання;

в) розрахунок радіаційних втрат при знаходженні в зоні РЗ (необхідний при перевищенні допустимих доз опромінення);

г) визначення режиму радіаційного захисту (визначення режиму і заходів щодо захисту населення).

### **3.4. Перелік документації щодо організації радіаційного та хімічного захисту в університеті**

Для організації належного рівня радіаційного та хімічного захисту необхідно розробити відповідну документацію, в перелік якої входять:

- обсяги забезпечення працівників, здобувачів освіти, формувань (спеціалізованих служб цивільного захисту) засобами радіаційного та хімічного захисту (розрахунки необхідності протигазів за розмірами, самозахисники, респіратори, респіратори, ватяно-марлеві (тканинні) пов'язки);

- наказ про створення постів радіаційного і хімічного спостереження;
- аварійний план;
- режими радіаційного захисту населення;
- норми, місця збереження засобів радіаційно-хімічного захисту (РХЗ), відповідність засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД);
- положення про пункт видачі засобів РХЗ (створення пункту видачі засобів РХЗ (якщо такий створено) затверджується наказом).

### **3.5. Перелік дій при виникненні надзвичайних ситуацій радіаційного та хімічного характеру**

Про всяк випадок зберіть тривожну валізу. Мінімальний перелік всього необхідного складається з:

- документів та їх копій, що засвідчують вашу особу;
- банківської картки та певної кількості готівки;
- медичної картки з даними про ваше здоров'я;
- ліків першої необхідності та ті, які ви приймаєте регулярно через хронічні захворювання;
- продуктового набору – вибирайте товари, які можуть зберігатися довго;
- речей для виживання.

Підготуйте комплект одягу, який повністю і щільно закриватиме ваше тіло, обличчя, шкіру та волосся.

Не забудьте також про комплект змінного одягу.

Купуйте кілька респіраторів класу FFP3. За словами вчених, вони збережуть багато здоров'я, адже захистять органи дихання від радіоактивного пилу. Їхня ціна може змінюватись, проте середня вартість – 20 гривень.

Якщо аварія вже сталася, увімкніть засоби зв'язку, уважно слухайте та дотримуйтесь розпоряджень влади та ДСНС.

Зробіть запас їжі та води у щільно закритих контейнерах. Добре, якщо у вас є певні запаси задалегідь.

Залишайтеся в будинку чи укритті.

Заберіть свійських тварин усередину. Щільно закрийте вікна та двері. Закрийте вологою тканиною вентиляційні отвори.

Робіть вологе прибирання кілька разів на добу, тому що радіація поширюється у вигляді пилу.

Придбайте дозиметр, щоб зрозуміти, наскільки певний предмет небезпечний.

Прийміть таблетку йодиду калію, але тільки після розпорядження ДСНС.

Що робити, якщо ви вийшли на вулицю?

У такому разі необхідно провести дезактивацію радіації, яка встигла осісти на вашому одязі. Зніміть її з себе та залиште поза приміщенням. Після цього вам потрібно ретельно вимити себе з милом. Особливо ті ділянки шкіри, які контактували з навколишнім середовищем, та волосся. Не заносьте нічого з двору додому і не їжте те, що було на вулиці.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Радіоактивність. Радіоактивні випромінювання. URL: <https://uahistory.co/pidruchniki/baryahtar-physics-9-class-2017/32.php> (дата звернення: 24.02.2023 р.)
2. Основні характеристики радіоактивного випромінювання. URL: [https://pidru4niki.com/85805/bzhd/osnovni\\_harakteristiki\\_radioaktivnogo\\_viprom\\_inyuvannya](https://pidru4niki.com/85805/bzhd/osnovni_harakteristiki_radioaktivnogo_viprom_inyuvannya) (дата звернення: 24.02.2023 р.)
3. Радіація і її біологічна дія. URL: [te.dsp.gov.ua/radiatsiya-i-yiyi-biologichna-diya/](http://te.dsp.gov.ua/radiatsiya-i-yiyi-biologichna-diya/) (дата звернення: 24.02.2023 р.)
4. Військова токсикологія, радіологія та медичний захист: Підручник / За ред. Ю. М. Скалецького, І. Р. Місули. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2003. – С. 122-134, 135-138, 141-144.
5. Сильнодіючі отруйні речовини. - К.: ВМІ УВМА, 1996. – 62 с.
6. Воєнна токсикологія, радіологія і медичний захист: Підручник / Під ред. Н. В. Саватєєва. - Л.: ВМА ім. С. М. Кірова, 1987. – С. 163-178.
7. Лужніков Е. А., Костомарова Л. Г. Гострі отруєння. - М.: Медицина, 1989. – С. 289-362.
8. Оптимізація екстренної медичної допомоги населенню при стихійних і інших надзвичайних ситуаціях / Під ред. В. В. Мешкова. - М., 1991. – 148 с.
9. Жилияев Е. Г. и др. Прогностична оцінка медичних наслідків хімічних аварій для населення і військ // Воєн. -мед. журн. - 1994. - № 6. - С. 16-20.
10. Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. URL: <https://te.dsp.gov.ua/zabezpechennya-pratsivnyukiv/> (дата звернення: 24.02.2023 р.)
11. Засоби індивідуального захисту. URL: [uk.zahn-info-portal.de](http://uk.zahn-info-portal.de) (дата звернення: 24.02.2023 р.)
12. Національний університет цивільного захисту України. URL: [nuczu.edu.ua](http://nuczu.edu.ua) (дата звернення: 24.02.2023 р.)
13. Засоби колективного та індивідуального захисту населення. URL: <https://works.doklad.ru/view/VcFzOlvbCpA.html> (дата звернення: 24.02.2023 р.)
14. Ковжога С.О. Цивільний захист і охорона праці в галузі: навч. пос. / С.О. Ковжога, С.А. Тузіков, Є.В. Карманний, А.П. Зенін. - Х.: Нац. ун-т "Юрид. акад. України імені Ярослава Мудрого", 2012. - 192 с.
15. Омелюх С.В. Організація цивільного захисту у професійно-технічному навчальному закладі. ПТУ № 22/С.В. Омелюх. - смт. Луків. - 90 с.
16. Касьянов М.А. Цивільний захист: навч. пос. / М.А. Касьянов, В.П. Гуляєв, О.М. Друзь, В.О. Медяник, О.О. Колібабчук. - Луганськ: Східноукр. нац. ун-т ім.В. Даля, 2007. - 88 с.

17. Оцінка радіаційної обстановки у надзвичайних ситуаціях. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/dpju/24187/> (дата звернення: 24.02.2023 р.)
18. Виявлення та оцінка радіаційної обстановки. URL: <https://mojaosvita.com.ua/bzhd/viyavlennya-ta-ocinka-radiacijnoi-obstanovki/> (дата звернення: 24.02.2023 р.)
19. Основи оцінки радіаційної обстановки. URL: [https://pidru4niki.com/11151212/bzhd/osnovi\\_otsinki\\_radiatsiynoyi\\_obstanovki](https://pidru4niki.com/11151212/bzhd/osnovi_otsinki_radiatsiynoyi_obstanovki) (дата звернення: 24.02.2023 р.)
20. Основи оцінки хімічної обстановки. URL: [https://pidru4niki.com/10290228/bzhd/osnovi\\_otsinki\\_himichnoyi\\_obstanovki](https://pidru4niki.com/10290228/bzhd/osnovi_otsinki_himichnoyi_obstanovki) (дата звернення: 24.02.2023 р.)
21. Мельник О.В., Стельникович М.О. Оцінка хімічної обстановки після аварії на об'єктах хімічної промисловості з використанням комп'ютерних технологій. URL: <https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/publ/3-1-0-181> (дата звернення: 24.02.2023 р.)
22. Прогнозування наслідків впливу сильнодіючих ядучих речовин. URL: [https://pidru4niki.com/19310710/bzhd/prognozuvannya\\_naslidkiv\\_vplivu\\_silnodiyuc\\_hih\\_yaduchih\\_rechovin](https://pidru4niki.com/19310710/bzhd/prognozuvannya_naslidkiv_vplivu_silnodiyuc_hih_yaduchih_rechovin) (дата звернення: 24.02.2023 р.)
23. Про затвердження Методики наслідків впливу сильнодіючих ядучих речовин. URL: [zakon.rada.gov.ua/go/z0326-01](http://zakon.rada.gov.ua/go/z0326-01) (дата звернення: 24.02.2023 р.)
24. Оцінка наслідків радіаційного ураження людей. URL: [https://knowledge.allbest.ru/war/2c0b65625b3ad69a5c53a89421216c27\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/war/2c0b65625b3ad69a5c53a89421216c27_0.html) (дата звернення: 24.02.2023 р.)