

---

## Тема 2. Техногенні небезпеки та їх наслідки. Радіаційна та хімічна безпека. Засоби індивідуального та колективного захисту.

Заняття 3. Поняття радіації. Засоби індивідуального захисту. Захисні споруди.

**Радіоактивність** (від лат. radio — «випромінюю» radius — «промінь» і activus — «дієвий») — явище спонтанного перетворення нестійкого ізотопу хімічного елемента в інший ізотоп (зазвичай іншого елемента) (радіоактивний розпад) шляхом випромінювання гамма-квантів, елементарних частинок або ядерних фрагментів.

Радіоактивність відкрив у 1896 р.

Антуан Анрі Беккерель.

---

Експеримент показав, що у контейнер зі щілиною поміщали радіоактивний препарат, навпроти щілини розташовували фотопластинку.

Радіоактивний промінь, потрапляючи на фотопластинку, засвічував її. Коли контейнер помістили в магнітне поле, радіоактивний промінь розділився на три складові: два промені відхилялися до протилежних полюсів магніту, а третій взагалі не відхилявся в магнітному полі.

Промені були названі першими трьома літерами грецького алфавіту –  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – промені.

- 
- **$\alpha$ -частинки** - позитивно заряджені ядра Гелію, що вилітають з величезною швидкістю, яка в десятки разів перевищує перевершує швидкість сучасного літака, але вони ж мають і саму низьку проникаючу здатність, проникаючи в речовину приблизно на 12 см.
  - **$\beta$ -частинки** - потік швидких електронів, що рухаються зі швидкістю, близькою до швидкості світла (90% швидкості світла), проникають в речовину на відстань до 20 см.
  - **$\gamma$ -випромінювання** є електромагнітної хвилею, здатної проникати на сотні метрів

---

Причиною радіоактивного випромінювання є мимовільний розпад атомних ядер радіоактивних елементів. При цьому деякі ядра випромінюють тільки  $\alpha$ -частинки, інші -  $\beta$ -частинки, треті - і  $\alpha$ -, і  $\beta$ -частинки.

- $\alpha$ -розпад — мимовільний розпад атомного ядра на ядро-продукт і  $\alpha$ -частинку (ядро гелія ).
- $\beta$ -розпад — самочинне випускання електрона з перетворенням в нове атомне ядро.
- При випромінюванні  $\gamma$ -променів ядро залишається тим самим елементом. Однак випромінювання гамма-променів може супроводжувати й інші ядерні реакції.

Кожен радіоізотоп (радіонуклід) розпадається з відповідною швидкістю, яка характеризується (вимірюється) періодом напіврозпаду (T).

Період напіврозпаду визначають за формулою

$$T = \frac{0,693}{\lambda}$$

де  $\lambda$  – стала радіоактивного розпаду певного радіонукліда (частка загальної кількості атомів радіоізотопа, що розпадається кожної секунди).

---

За одиницю активності в Міжнародній системі одиниць (Сі) прийнято **бекерель (Бк)**:

$$1 \text{ Бк} = 1 \text{ розп/сек.}$$

Позасистемна одиниця – **кюрі (Кі)** – це така кількість радіоактивної речовини, в якій здійснюється 37 млрд. розпадів ядер атомів за секунду, тобто

$$1 \text{ Кі} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ розп/сек}$$

На практиці для оцінювання активності використовують тисячні долі кюрі – мілікюрі (мКі), і мільйонні долі кюрі – мікрокюрі (мкКі).

---

**Доза випромінювання** (доза радіації)  $D$  характеризує ступінь уражальної дії радіоактивного випромінювання.

**Доза радіації** – це кількість енергії випромінювання, поглинена в одиниці об'єму або маси речовини за весь час дії.

Три види доз радіації:

- поглинена,
- експозиційна,
- еквівалентна.



**Поглинена доза** ( $D_{\text{погл}}$ ) характеризує кількість поглиненої енергії різних видів випромінювання в одиниці маси (об'єму) середовища, вимірюється в джоулях на кілограм (Дж/кг), у системі Сі називається **грей** (Гр).

Позасистемна одиниця поглиненої дози називається рад (rad – radiation absorbet dose), 1 рад – це доза будь-якого виду випромінювання, за якої одним грамом маси речовини поглинається енергія у 100 ерг (1 рад = 100 ерг/г).

Співвідношення цих одиниць таке:

$$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$$
$$\text{або } 1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр.}$$

**Експозиційна доза** ( $D_{\text{експ}}$ ) характеризує іонізувальну спроможність рентгенівського і  $\gamma$ -випромінювань у повітрі, а отже джерело радіаційної небезпеки і радіоактивне поле, створюване цим джерелом. Цей показник потенційної небезпеки опромінення вимірюється в **кулонах на кілограм** (Кл/кг); позасистемна одиниця – рентген (Р).

Співвідношення цих одиниць таке:  $1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р}$ .

Один Рентген (1 Р) – це доза рентгенівського і  $\gamma$ -випромінювання, яка утворює в  $1 \text{ см}^3$  сухого атмосферного повітря за нормальних умов близько 2 мільярдів пар іонів, що несуть одну електростатичну одиницю заряду кожного знака. При цьому кількість поглинутої енергії становить 88 ерг (енергетичний еквівалент рентгена). Отже,

$$1 \text{ Р} = 0,88 \text{ рад}$$

$$\text{або } 1 \text{ рад} = 1,14 \text{ Р}.$$

**Еквівалентна доза** ( $D_{\text{екв}}$ ) характеризує дію радіоактивного випромінювання на біологічне середовище і враховує те, що різні види випромінювання спричиняють різний уражальний ефект за однієї дози.

$\alpha$ -випромінювання спричиняє людині ураження у 20 разів більше, ніж  $\gamma$ -випромінювання.

Одиниця вимірювання еквівалентної дози в системі Сі називається **зіверт** (Зв), позасистемна одиниця – **бер** (біологічний еквівалент рентгена); 1 бер – це енергія будь-якого виду випромінювання, поглинута одним грамом біологічної тканини, яка створює такий же біологічний ефект, як і доза рентгенівського або  $\gamma$ -випромінювання в 1 рад.

Співвідношення цих одиниць таке:

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$$

$$\text{або } 1 \text{ бер} = 0,01 \text{ Зв.}$$

# ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЕНЕВОЇ ХВОРОБИ У ЛЮДЕЙ

Ступінь	Доза, рад	Симптоми
I (легкий)	100–200	Слабкість, головний біль, нудота, втома. Людина одужує через 1–2 місяці. Без смертельних випадків
II (середній)	200–400	Розлад шлунку, підвищення температури до 38°, кровотеча ясен. Одужання через 2–3 місяці. Смертність від інфекційних ускладнень до 20 % уражених
III (важкий)	400–600	Загальний стан тяжкий, підвищення температури до 40°, кровотеча, виснаження. Одужання через 5–10 місяців. Смертність до 50 %
IV (вкрай важкий)	>600	Летальний кінець протягом 5–10 діб у 100 % опромінених

# САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНЕ НОРМУВАННЯ ДОЗ РАДІОАКТИВНОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ

Гранично допустимі дози, що не призводять до променевих захворювань, такі:

- 50 рад у разі одноразового опромінення протягом 4-х діб,
- 100 рад у разі багаторазового опромінення протягом 30 діб,
- 200 рад – протягом 3-х місяців,
- 300 рад – протягом одного року.

# САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНЕ НОРМУВАННЯ ДОЗ РАДІОАКТИВНОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ

Гранично допустимі ефективні дози (еквівалентні дози) опромінення за 1 рік від усіх індустриальних джерел випромінювання (встановлені Нормами радіаційної безпеки НРБУ-97) для різних категорій населення.

**Категорія А** (персонал) – особи, які працюють із джерелами – 20 мЗв (2 бер) (середня за будь-які 5 років або 50 мЗв за окремий рік). Для жінок до 45 років і вагітних – у 10 раз менша.

**Категорія Б** (персонал) – особи, які безпосередньо не працюють з джерелами випромінювання, але перебувають на промайданчиках і можуть отримувати опромінення 2 мЗв (0,2 бер).

**Категорія В** – усе населення – 1 мЗв (0,1 бер). До цієї дози не включені: доза, отримана під час медичного обстеження (лікування), від природних джерел, у разі аварійного опромінення.

# САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНЕ НОРМУВАННЯ ДОЗ РАДІОАКТИВНОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ

Норми еквівалентної дози зовнішнього опромінення окремих органів і тканин (мЗв/рік)

Категорії населення	Органи, тканини тіла		
	кришталік ока	шкіра	кисті та стопи
А	150	500	500
Б	15	50	50
В	15	50	—

# САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНЕ НОРМУВАННЯ ДОЗ РАДІОАКТИВНОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ

Структура опромінення людей в нормальних умовах протягом одного року така:

- від природного радіаційного фону – 0,2 бер;
- медична рентгенодіагностика – 0,15 бер;
- будівельні матеріали – 0,1 бер;
- інші джерела випромінювання – 0,05 бер,

**тобто сумарно 0,45–0,5 бер за 1 рік.**

Допустимі норми аварійного опромінення за 1 рік такі:

- для населення – 5 бер;
- для персоналу – 25 бер.



## Джерелами радіаційних небезпек вважають:

радіоактивні речовини, що використовуються в медицині, промисловості, сільському господарстві, під час досліджень;

підприємства з радіаційно-ядерними технологіями (виробництво, зберігання, транспортування джерел РР);

ядерні енергетичні установки різних типів і особливо ядерні реактори на АЕС;

місця переробки і захоронення радіоактивних відходів.

---

**Хімічні небезпеки** – це дії хімічних речовин (ХР) та елементів, які здатні завдати шкоди здоров'ю і життю людини.

ХР (близько 700) використовують у промисловості, сільському господарстві, побуті, а також для виготовлення хімічної зброї.

Хімічні небезпеки проявляються, якщо ХР проникають в організм людини крізь

- органи дихання,
- органи травлення,
- шкірні та слизові оболонки.

## **Хімічні речовини умовно поділяють на такі групи:**

Шкідливі ХР можуть спричинити різні захворювання або відхилення стану здоров'я.

Небезпечні хімічні речовини (НХР) здатні викликати масове ураження людей, тварин, рослин у разі забруднення навколишнього середовища.

Серед них найпоширеніші такі: хлор ( $\text{Cl}_2$ ), аміак ( $\text{NH}_3$ ), фосген ( $\text{COCl}_2$ ), оксид вуглецю ( $\text{CO}$ ), сірчаний ангідрид ( $\text{SO}_2$ ), сірководень ( $\text{H}_2\text{S}$ ), соляна кислота ( $\text{HCl}$ ) та ін.

Бойові отруйні речовини (БОР) – група надзвичайно високотоксичних ХР, які використовуються для виготовлення хімічної зброї.

## **Хімічні речовини умовно поділяють на такі групи:**

Важкі метали – хімічні елементи, густина яких становить понад 5 г/см<sup>3</sup> (ртуть, свинець, олово, нікель, мідь, цинк, кадмій, кобальт, миш'як та ін.).

Більшість з них розчиняються у воді, стійкі, накопичуються у ґрунті та рослинах. Важкі метали є фактором ризику серцево-судинних захворювань.

Ксенобіотики (від гр. xenos – чужий, bios – життя) – шкідливі речовини, які безпосередньо або побічно негативно впливають на життєдіяльність. Особливе місце посідають хладони (фреони). Потрапляючи в атмосферу, вони руйнують озоновий шар атмосфери.

Ядохімікати – хімічні препарати. Велику групу ядохімікатів становлять пестициди (від лат. pestis – зараза), які використовуються для захисту сільськогосподарських рослин

**Джерелами хімічних небезпек є** викиди хімічних речовин в атмосферу, забруднені стоки у водойми, забруднені продукти харчування.

**Кількісною характеристикою** ступеня зараження повітря, води є концентрація  $C$  (маса в одиниці об'єму): мг/л; г/м<sup>3</sup>.

**Ступінь зараження поверхонь** предметів характеризується щільністю зараження  $Q_m$  - (маса на одиницю поверхні): г/м<sup>2</sup>, мг/см<sup>2</sup>.

**Характеристики ступеня хімічної небезпеки** в промисловій зоні – гранично допустима концентрація (ГДК) – це така концентрація  $ХР$  у повітрі робочої зони, за якої щоденна (8 годин, або 41 години) щотижня протягом всього робочого стажу не може викликати захворювання або відхилення у стані здоров'я в процесі роботи або у віддалені терміни життя нинішнього і наступних поколінь.

Небезпечні хімічні речовини за ступенем небезпечної дії на організм людини поділяють на чотири класи:

- – надзвичайно небезпечні (ГДК менша, ніж  $0,1 \text{ мг/м}^3$ );
- – високонебезпечні (ГДК становить  $0,1\text{--}1,0 \text{ мг/м}^3$ );
- – помірно небезпечні (ГДК становить  $1,0\text{--}10 \text{ мг/м}^3$ );
- – малонебезпечні (ГДК понад  $10 \text{ мг/м}^3$ ).

### Характеристики хімічних речовин

Тип ХР	Клас небезпеки	Токсодоза, (г/м <sup>3</sup> ) хв		ГДК, г/м <sup>3</sup>
		Уражальна	Смертельна	
Хлор	2	0,6	6	0,001
Аміак	4	15	100	0,02
Двоокис сірки	3	1,8	70	0,01

## Способи захисту від хімічних небезпек:

використання засобів індивідуального захисту: протигазів, засобів захисту шкіри, вживання антидотів;

укриття людей у сховищах цивільного захисту (ЦЗ);

евакуація людей із зони зараження;

своєчасна перша медична допомога ураженим.

# Характеристика найпоширеніших у промисловості НХР і способи захисту від них.

## **АМІАК** – НХР 4-го класу небезпеки.

Безбарвний газ із запахом нашатирия.

Розчиняється у воді.

Потрапляючи в атмосферу, димить.

Суша суміш аміаку з повітрям (4:3) здатна вибухати.

Температура кипіння аміаку становить  $-33,4$  °С.

У разі «вільного» розливу випаровується за одну годину, а у разі розливу у піддон – за одну добу.

Пара аміаку майже вдвічі легша за повітря, під час випаровування сильно охолоджується і у вигляді білого туману залишається в приземному шарі атмосфери.

Поріг відчуття (сприйняття) аміаку – 0,035 мг/л;

ГДК у повітрі робочої зони підприємства – 0,02 мг/л,

у повітрі населеного пункту – 0,0002 мг/л.



## Характеристика найпоширеніших у промисловості НХР і способи захисту від них.

**АМІАК** – НХР 4-го класу небезпеки.

Уражувальна концентрація – 0,21 мг/л, якщо експозиція становить 1 год, смертельна – 7 мг/л, якщо експозиція становить 30 хв. Миттєва смерть настає, якщо концентрація перевищує 50 мг/л.

Реакція організму людини на дію аміаку:

сильний кашель, задуха, подразнення слизової оболонки, сльози, порушення частоти пульсу, утруднення дихання, нежить.

Захист: промислові протигази марки «КД» (фільтрувальна коробка сірого кольору) та «М» (коробка червоного кольору), якщо концентрація не перевищує 2–3 мг/л. У разі дуже високих концентрацій – ізолювальні протигази ІП-4, ІП-5.

Для захисту шкіри використовують захисний одяг, гумові чоботи, рукавиці

## Характеристика найпоширеніших у промисловості НХР і способи захисту від них.

**АМІАК** – НХР 4-го класу небезпеки.

Перша допомога: винести потерпілого на свіже повітря, у спокійну атмосферу, забезпечити теплом. Шкіру та слизові оболонки промити водою або 2-процентним розчином борної кислоти. В очі закапати 2–3 краплі альбуциду, провести інгаляцію киснем або теплою водяною парою, напоїти теплим молоком з боржомі або содою.

Дегазуючі речовини і розчини: вода (2 т на 1 т аміаку), розчини мінеральних кислот.

## **Характеристика найпоширеніших у промисловості НХР і способи захисту від них.**

**Хлор** – перший клас небезпеки

Зеленкувато-жовтий газ із задушливо різким запахом.

Температура кипіння – 34,6 °С.

Важчий за повітря у 2,5 разу.

Хмара його стелиться над землею, накопичується в низинах, підвалах, тунелях.

Уражає органи дихання, спричиняє опіки шляхів дихання, шкіри, очей.

Реакція організму така: різкий біль у грудях, сухий кашель, блювота, порушення координації, різь в очах, сльози.

## Характеристика найпоширеніших у промисловості НХР і способи захисту від них.

**Хлор** – перший клас небезпеки

Поріг сприйняття хлору – 0,003 мг/л,

ГДК у робочій зоні – 0,001 мг/л.

Уражальна концентрація хлору – 0,01 мг/л, якщо експозиція становить 1 год; смертельна – 0,1–0,2 мг/л.

- Миттєва смерть настає, якщо концентрація становить понад 5–10 мг/л після 1–2 вдихань.
- Засоби захисту органів дихання: цивільні протигази усіх марок, промислові фільтрувальні протигази марки «В». Якщо концентрація понад 8,6 мг/л – ізолювальні протигази.
- Засоби захисту шкіри – спеціальні ізолювальні і фільтрувальні захисні костюми (комплекти).

## Характеристика найпоширеніших у промисловості НХР і способи захисту від них.

**Хлор** – перший клас небезпеки

Якщо протигаза немає, слід затримати дихання, закрити ніс і рот тканиною, змоченою водою, і вийти із зараженої хлором зони.

Перша допомога у разі ураження хлором: надіти протигаз і вивести людину на свіже повітря, у спокійну атмосферу, якщо зупинилось дихання, зробити штучне дихання методом «рот у рот».

Слизові оболонки та шкіру потерпілого промити 2-процентним розчином соди, напоїти теплим молоком.

В усіх випадках потерпілим слід надати допомогу лікаря.

Дегазацію проводять розчином лугів, гашеним вапном (10 т на 1 т хлору), нейтралізацію – водою (150 т на 1 т хлору).

## Характеристика найпоширеніших у промисловості НХР і способи захисту від них.

**Хлор** – перший клас небезпеки

Якщо протигаза немає, слід затримати дихання, закрити ніс і рот тканиною, змоченою водою, і вийти із зараженої хлором зони.

Перша допомога у разі ураження хлором: надіти протигаз і вивести людину на свіже повітря, у спокійну атмосферу, якщо зупинилось дихання, зробити штучне дихання методом «рот у рот».

Слизові оболонки та шкіру потерпілого промити 2-процентним розчином соди, напоїти теплим молоком.

В усіх випадках потерпілим слід надати допомогу лікаря.

Дегазацію проводять розчином лугів, гашеним вапном (10 т на 1 т хлору), нейтралізацію – водою (150 т на 1 т хлору).

## ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація»

**Засіб індивідуального захисту** – спорядження, призначене для носіння користувачем та/або забезпечення його захисту від однієї або кількох видів небезпеки для життя чи здоров'я.

Засоби індивідуального захисту поділяють на **три категорії**:

- **перша категорія** — ЗІЗ, що мають конструкцію простої складності;
- **друга категорія** — ЗІЗ, що мають конструкцію середньої складності та не належать до першої і третьої категорії;
- **третья категорія** — ЗІЗ, що мають конструкцію високої складності й призначені для захисту від небезпеки, яка загрожує життю людей, або небезпеки заподіяння невиліковних тілесних ушкоджень, ступінь якої користувач ЗІЗ не може визначити своєчасно.

# КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ

1

- Засоби захисту голови

2

- Засоби захисту органів слуху

3

- Засоби захисту очей і обличчя

4

- Засоби захисту органів дихання

5

- Засоби захисту рук, плеча та передпліччя

6

- Одяг спеціальний захисний (спецодяг)

7

- Засоби захисту ніг та стегон

8

- Засоби захисту від падіння з висоти

9

- Засоби захисту шкіри (засоби дерматологічні)

10

- Засоби захисту комплексні



ДСТУ EN 133:2005

# ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ

Засоби  
індивідуального  
захисту органів  
дихання

фільтрувальні  
пристрої  
(залежні від  
навколишньої  
атмосфери)

лицева частина  
+  
фільтр(и) газу

ізолювальні  
дихальні  
апарати  
(незалежні від  
навколишньої  
атмосфери)

лицева частина  
+  
система подавання  
дихального

---

**ДСТУ EN 133:2005**

# **ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ**

Фільтрувальні пристрої вилучають шкідливі та небезпечні речовини з навколишнього повітря за допомогою фільтрації і забезпечують захист тільки від обмежених концентрацій відомих забрудників повітря під час застосовування відповідного фільтра і лицевої частини.

Фільтри у фільтрувальних пристроях можуть забезпечувати захист від:

- аерозолів (протиаерозольні фільтри),
- газів/парів (протигазові фільтри)
- від аерозолів і газів/парів (скомбіновані фільтри).

---

ДСТУ EN 133:2005

**ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ  
ДИХАННЯ**

**ФІЛЬТРУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ  
НЕ ЗАБЕЗПЕЧАЮТЬ ЗАХИСТ ВІД НЕСТАЧІ  
КИСНЮ**

Протиаерозольні фільтри поділяють на такі класи:

- фільтри з низькою ефективністю фільтрації;
- фільтри з середньою ефективністю фільтрації;
- фільтри з високою ефективністю фільтрації.

---

ДСТУ EN 133:2005

**ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ  
ДИХАННЯ**

**ФІЛЬТРУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ  
НЕ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ЗАХИСТ ВІД НЕСТАЧІ  
КИСНЮ**

Противаерозольні фільтри поділяють на такі класи:

- фільтри з низькою ефективністю фільтрації;
- фільтри з середньою ефективністю фільтрації;
- фільтри з високою ефективністю фільтрації.


# ЗАХИСНІ СПОРУДИ

Захисні споруди призначаються для захисту:

- **в мирний час** персоналу та населення від наслідків аварій, катастроф та стихійного лиха, які загрожують масовим ураженням людей,
- **у воєнний час** - також від сучасної зброї масового ураження.

## ДО ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ НАЛЕЖАТЬ:

- **сховище** - герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів.
- **протирадіаційне укриття** - негерметична споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості.
- **швидкостпороджувана захисна споруда цивільного захисту** - захисна споруда, що зводиться із спеціальних конструкцій за короткий час для захисту людей від дії засобів ураження в особливий період.



Для захисту людей від деяких факторів небезпеки, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, та дії засобів ураження в особливий період також використовуються споруди подвійного призначення та найпростіші укриття:

- **споруда подвійного призначення** - це наземна або підземна споруда, що може бути використана за основним функціональним призначенням і для захисту населення.
- **найпростіше укриття** - це фортифікаційна споруда, цокольне або підвальне приміщення, що знижує комбіноване ураження людей від небезпечних наслідків надзвичайних ситуацій, а також від дії засобів ураження в особливий період.