

## Тема лекції: № 7

# “Актуальні питання радіаційної гігієни”

### План лекції

1. Іонізуючі випромінювання (ІВ) як чинник навколишнього середовища та виробнича шкідливість. Класифікація джерел ІВ та їх внесок у променеве навантаження людини.
2. Методи реєстрації ІВ, кількісні та якісні характеристики, одиниці вимірювання.
3. Особливості радіаційної небезпеки при роботі з джерелами ІВ і принципи, на яких базується протирадіаційний захист.

Науково-технічний прогрес обумовив інтеграцію науки, яка характеризується взаємопроникненням знань одних галузей в інші.

Інтеграція і диференціація гігієни дозволяють більш глибоко вивчати вплив навколишнього середовища на людину, науково обґрунтовувати і розробляти більш ефективні засоби, спрямовані на збереження і зміцнення здоров'я людей.

**Виникнення радіаційної гігієни є одним із прикладів інтеграції і диференціації гігієнічної науки.**

- 1895 р.** – відкриття В. Рентгеном **RX – променів.**
- 1896 р.** – відкриття А. Беккерелем **природної радіоактивності.**
- 1898 р.** – виділені подружжям М. Складовською-Кюрі та П. Кюрі перші радіоактивні елементи – **полоній та радій.**
- 1900 р.** – відкриття **Основного закону радіоактивного розпаду** Е.Резерфордом (початок атомної ери).
- 1932 р.** – відкриття Дж. Чедвіком **нейтрона.**
- 1934 р.** – відкриття подружжям І. Кюрі та Ф. Жоліо-Кюрі **штучної радіоактивності.**
- 1940 р.** – відкриття Г. Флеровим і К. Петржаком **спонтанного поділу ядер урану**, що дало можливість Е. Фермі здійснити **керовану ланцюгову реакцію поділу ядер урану** і створити перший в Світі атомний реактор у м. **Чикаго (США), грудень 1942 р.**
- 1954 р.** – перша в світі АЕС (5 МВт), м. Обнінськ, Калужської обл.

**РАДІАЦІЙНА ГІГІЄНА** – галузь гігієни, яка займається **вивченням** закономірностей впливу на організм людини та здоров'я населення іонізуючого випромінювання, **науковим обґрунтуванням** і **впровадженням** у практику заходів щодо забезпечення радіаційної безпеки в умовах виробничої діяльності та в місцях мешкання людей.

### **ЗАВДАННЯ РАДІАЦІЙНОЇ ГІГІЄНИ**

1. Вивчення умов праці і захворюваності осіб, які працюють з ДІВ.
2. Створення комплексу заходів захисту для забезпечення безпечних умов праці та побуту населення.
3. Здійснення радіаційного контролю за навколишнім середовищем.
4. Розробка заходів з попередження радіаційного забруднення навколишнього середовища.
5. Обґрунтування допустимих рівнів опромінення різних груп осіб, які працюють з радіаційними технологіями та населення.

### **ЛІКАР ПОВИНЕН ЗНАТИ:**

- Фізичні основи дії ІВ і принципи дозиметрії.
- Умови виникнення променевих уражень при зовнішньому опроміненні та інкорпоруванні радіонуклідів.
- Основні віддалені наслідки гострого і хронічного опромінення.
- Засоби профілактики і методи лікування основних типів радіаційних уражень.
- Обсяг медичної допомоги на різних етапах радіаційних і ядерних аварій в залежності від конкретної радіаційної обстановки.

### **ЛІКАР ПОВИНЕН ВМІТИ:**

- Грамотно і об'єктивно **оцінювати** радіаційну обстановку в зоні радіаційної аварії або внаслідок іншої надзвичайної події.
- **Розробляти** план термінових лікувальних і профілактичних заходів у відповідності до конкретної радіаційної обстановки стосовно різних категорій уражених (персонал чи населення).
- **Надавати** невідкладну допомогу потерпілим від зовнішнього опромінення, а також особам, які зазнали впливу інкорпорованих радіонуклідів.

**Іонізуюче випромінювання** – електромагнітне чи корпускулярне випромінювання, яке здатне при взаємодії з речовиною прямо чи опосередковано викликати іонізацію та збудження її атомів.

**Радіоактивність** (від лат. radio – випромінюю, radius – промінь, activus – дієвий) – фізичне явище, суть якого полягає у спонтанному перетворенні ядер хімічних елементів, яке супроводжується зміною атомного номера або масового числа (структури або енергетичного стану) і виділенням енергії у вигляді ядерного випромінювання.

**Джерелом ІВ** називається будь-який об'єкт, що містить радіоактивну речовину, або технічний пристрій, що створює чи за певних умов може створювати іонізуючі випромінювання.

### **КЛАСИФІКАЦІЯ ДЖЕРЕЛ ІВ**

<b>Ідентифікація джерел</b>	<b>Характеристики</b>
<b>за походженням</b>	<b>Природні та антропогенні</b>
<b>за природою</b>	<b>Радіонуклідні та не радіонуклідні</b>
<b>за станом</b>	<b>Закриті та відкриті</b>
<b>за радіонуклідним складом</b>	<b>альфа-, бета-, гама-випромінювачі</b>
<b>за активністю</b>	<b>низько- та високоактивні</b>
<b>за застосуванням</b>	<b>промислові, ядерні, енергетичні, медичні, науково-технічні тощо.</b>

## ТЕХНОГЕННІ ДЖЕРЕЛА ІВ

- Радіаційні технології у виробництві.
- Радіаційні технології у медицині.
- Видобування уранових руд.
- Зберігання ядерних відходів.
- Надзвичайні ситуації на радіаційних об'єктах.



## ВИДИ ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

1.Корпускулярне	2.Електромагнітне (квантове)
$\alpha$ (ядра атомів гелію); $\beta$ (електрон чи позитрон); $p$ (протонне); $n$ (нейтронне).	$\gamma$ (гамма); рентгенівське; космічне.

## ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

1. Велика енергія.
2. Велика проникаюча здатність.
3. Іонізуюча здатність.
4. Фотохімічна здатність.
5. Люмінесцентна здатність.
6. Теплова дія.
7. Сильна біологічна дія.

### ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

Вид випромінювання	Енергія МеВ	Довжина пробігу в повітрі	Довжина пробігу в тканинах	Іонізуюча здатність (кількість пар іонів на 1 см пробігу)
<u>Альфа</u>	1-10	до 20 см	<u>до 50 мкм</u>	100-200 тис.
<u>Бета</u>	0,1-10	до 15 см	<u>до 1 см</u>	50-100
<u>Гамма</u>	0,1-2,0	сотні м	<u>десятки см</u>	1
<u>Нейтрони</u>	до 10	сотні м (до 3 км)	<u>десятки см</u>	сотні тис.

## Методи реєстрації іонізуючого випромінювання

- Іонізаційний метод
- Сцинтиляційний метод
- Напівпровідниковий метод
- Радіолюмінесцентний метод (фотолюмінесцентний і термолюмінесцентний)
- Фотографічний метод
- Активаційний метод

- Тепловий (калориметричний) метод
- Хімічний (колориметричний) метод
- Біологічні методи
- Метод флуоресцентної гібридизації in situ (FISH-метод)
- Метод електронного парамагнітного резонансу (ЕПР-дозиметрія)
- Розрахункові методи

## Прилади для здійснення радіаційного контролю

**Дозиметри** – прилади для вимірювання і реєстрації дози і потужності дози.

**Радіометри** – прилади для вимірювання **активності** радіоактивних препаратів або об'єктів навколишнього середовища, а також **потoku** або **щільності** потоку іонізуючого випромінювання.

**Спектрметри** – прилади для вимірювання **розподілення** іонізуючого випромінювання за енергією і **визначенням активності**, зумовленої конкретним видом іонізуючого випромінювання з певною енергетичною характеристикою.

**Спектрметри** поділяються на **3 групи**:

- дво- або чотириканальні;
- багатоканальні;
- спектрометри випромінювання людини (СВЛ)

## ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ

**ЕКСПОЗИЦІЙНА** - доза квантового випромінювання

(рентгенівського та  $\gamma$ -випромінювання),  
що визначається за ступенем іонізації повітря.

**ПОГЛИНУТА** - енергія, яка поглинута тканинами організму.

**ЕКВІВАЛЕНТНА** = поглинута доза  $\times$  РВФ

(РВФ –радіаційно-враховуючий фактор -  
враховує здатність певного виду випромінювання  
пошкоджувати тканини організму).

Для:

- $\beta$ ,  $\gamma$  та рентгенівського випромінювання **КЯ = 1**;
- **n** (нейтронів) – **5-20**;
- **$\alpha$ -частинок** – **10**.

**ЕФЕКТИВНА = еквівалентна доза x ТВФ**

(ТВФ – тканинно-враховуючий фактор – враховує ступінь чутливості різних тканин).

#### ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ ТА ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ

№	Дози	Одиниця в СІ	Позасистемна одиниця
1	ЕКСПОЗИЦІЙНА	Кулон на кг (Кл/кг)	Рентген (Р)
2	ПОГЛИНУТА	Грей (Гр)	Рад 1Гр = 100 Рад
3	ЕКВІВАЛЕНТНА	Зіверт (Зв)	Бер (бер)
4	ЕФЕКТИВНА	Зіверт (Зв)	Бер (бер)

**Закрите ДІВ** - радіонуклідне джерело, устрій якого виключає можливість виходу з нього радіоактивних речовин в оточуюче середовище.

**Основні вимоги до закритого ДІВ є: надійність фіксації** радіоактивного матеріалу в самому ДІВ та **герметичність** оболонок, що його покривають, які встановлені відповідними державними стандартами і ТУ.

**Радіаційна небезпека** при роботі з закритими ДІВ пов'язана з можливістю лише **зовнішнього опромінення**.

**Відкрите ДІВ** - радіонуклідне джерело, при використанні якого можливе надходження в оточуюче середовище радіоактивних речовин, що містяться в ньому.

**Особливості радіонуклідних ДІВ** полягають в тому, що внаслідок спонтанного радіоактивного розпаду вони постійно створюють ІВ, а це потребує забезпечення ПРЗ персоналу і населення на всіх етапах технологічного циклу.

**Радіаційна безпека та протирадіаційний захист** персоналу при роботі з радіонуклідними ДІВ залежать від типу ДІВ і конкретних умов його застосування.

### **Основні шляхи можливого радіаційного впливу на персонал при роботі з відкритими джерелами ІВ:**

- Зовнішнє опромінення:
  - дистанційне опромінення;
  - контактне опромінення.
- Внутрішнє опромінення:
  - при інгаляційному надходженні;
  - при перкутанному надходженні;
  - при недотриманні правил радіаційної асептики.

### **Надходження радіонуклідів в НС залежить від:**

- агрегатного стану джерела (газ, аерозоль, рідина, порошок);
- фізико-хімічних властивостей (летючість, плавкість, вид хімічної сполуки, тощо);
- умов застосування (герметичність контейнерів, технологічного обладнання, тощо).

### **Сукупна радіаційна небезпека радіонуклідів залежить від:**

- типу радіоактивного розпаду радіонукліда;
- величини періоду напіврозпаду радіонукліда;
- біологічної доступності радіонукліда;
- шляху і тривалості надходження радіонукліда до організму;
- ефективного періоду напіввиведення;



- шляхів виведення радіонукліда з організму.

Таким чином, **радіаційна небезпека** при роботі з **відкритими ДІВ** обумовлена можливістю **зовнішнього і внутрішнього** опромінення.

### **ФОРМУВАННЯ ПРОМЕНЕВОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

1. Променеве навантаження становить близько **5 мЗв на рік**:
  - внесок джерел природного радіаційного фону складає близько **2 мЗв на рік (40%)**;
  - внесок джерел техногенного і штучного радіаційного фону становить близько **3 мЗв на рік (60%, по 30% кожний)**.
2. Частка **зовнішнього** опромінення у променевому навантаженні населення складає близько **43%**, **внутрішнього** опромінення – близько **57%**.
3. Основні компоненти променевого навантаження людини:
  - радіонуклід **радон** - близько **60%**;
  - медичні** рентгенологічні процедури - близько **30%**.

**Радіаційна безпека** – це такий стан радіаційно-ядерного об'єкту та навколишнього середовища який **забезпечує** не перевищення встановлених лімітів дози, **виключає** будь-яке не виправдане опромінення та **сприяє** зниженню доз опромінення якомога нижче за встановлені дозові ліміти настільки, на скільки це реально досяжно і економічно обґрунтовано.

**Протирадіаційний захист (ПРЗ)** – це комплекс нормативно-правових, організаційних, санітарно-гігієнічних, проектно-конструкторських, медичних та інших **заходів**, які **забезпечують радіаційну безпеку** персоналу, що зазнає професійного впливу ІВ та населення вцілому.

### **Принципи, на яких базується протирадіаційний захист**

- Гігієнічне нормування рівнів опромінення.
- Державний санітарний нагляд (запобіжний і поточний).

- Радіаційний контроль (державний і відомчий).
- Медичний контроль.
- Виробниче навчання та санітарна освіта.
- Використання загальних та індивідуальних засобів захисту.

**Доза опромінення залежить від: часу, відстані, кількості та наявності перешкод на шляху поширення ІВ.**

Для реалізації ПРЗ використовують:

- захист часом;
- відстанню;
- кількістю (дозою);
- екрануванням.

На практиці вони **реалізуються:**

-законодавчим шляхом;

-організаційно-планувальними заходами:

- а) які спрямовані на радіаційний фактор і виробниче середовище;
- б) заходи спрямовані на осіб, які працюють з ДІВ.

**Захист часом та дозою** полягає в тому, що **накопичена доза прямо пропорційна тривалості опромінення**, тобто в залежності від індивідуальної накопиченої дози регламентується (обмежується) час перебування в зоні опромінення.

**Захист часом та дозою наприкінці реалізується:**

- шляхом законодавчого зменшення тривалості робочого тижня для персоналу, який працює з ДІВ;
- шляхом здійснення організаційних робіт, які забезпечують:
  - а) мінімальний час перебування в зоні випромінювання ДІВ;
  - б) мінімальний час контакту з ДІВ.

**Захист відстанню** - доза опромінення **обернено пропорційна квадрату відстані.**

Захист відстанню на практиці **реалізується:**

- шляхом раціонального планування приміщень;

- шляхом раціонального розташування робочих місць;
- шляхом використання різноманітних маніпуляторів та дистанційного управління ДІВ тощо.

### **Захист екрануванням (матеріалами) – використання матеріалів, які захищають від проникнення радіації**

Захист екрануванням на практиці реалізується:

- шляхом раціонального планування приміщень з використанням захисних матеріалів
- шляхом раціонального розташування робочих місць з використанням технічних засобів захисту
- шляхом дотримання техніки безпеки та використання індивідуальних засобів захисту, дотримання правил особистої гігієни

- **Технічні засоби захисту** – свинцеві кожухи на джерелах радіонуклідів, екрани, елементи конструкцій
- **Індивідуальні засоби захисту** – спеціальний одяг, взуття, рукавиці, окуляри

### **Медичний та соціальний захист**

- Попередні та періодичні медичні огляди з лабораторним контролем
- Лікувально-профілактичне харчування – раціон № 1
- Скорочені робоча зміна, робочий тиждень, додаткова відпустка, соціальні виплати, ранній вихід на пенсію

### **Висновки**

- Радіація є небезпечний фізичний чинник впливу на організм, який потребує постійного контролю.
- Променеве навантаження формується за рахунок природних та антропогенних джерел ІВ та створює постійний вплив на організм.

- Профілактика негативного впливу ІВ на організм забезпечується державними законодавчими та нормативними актами, технічними та планувальними заходами, а також методами та засобами індивідуальної профілактики.

Дякую за увагу!