


***Гігієнічні основи  
протирадіаційного  
захисту у медицині  
та фармації***

презентація студентки гр. 32

**Урожай Катерини**

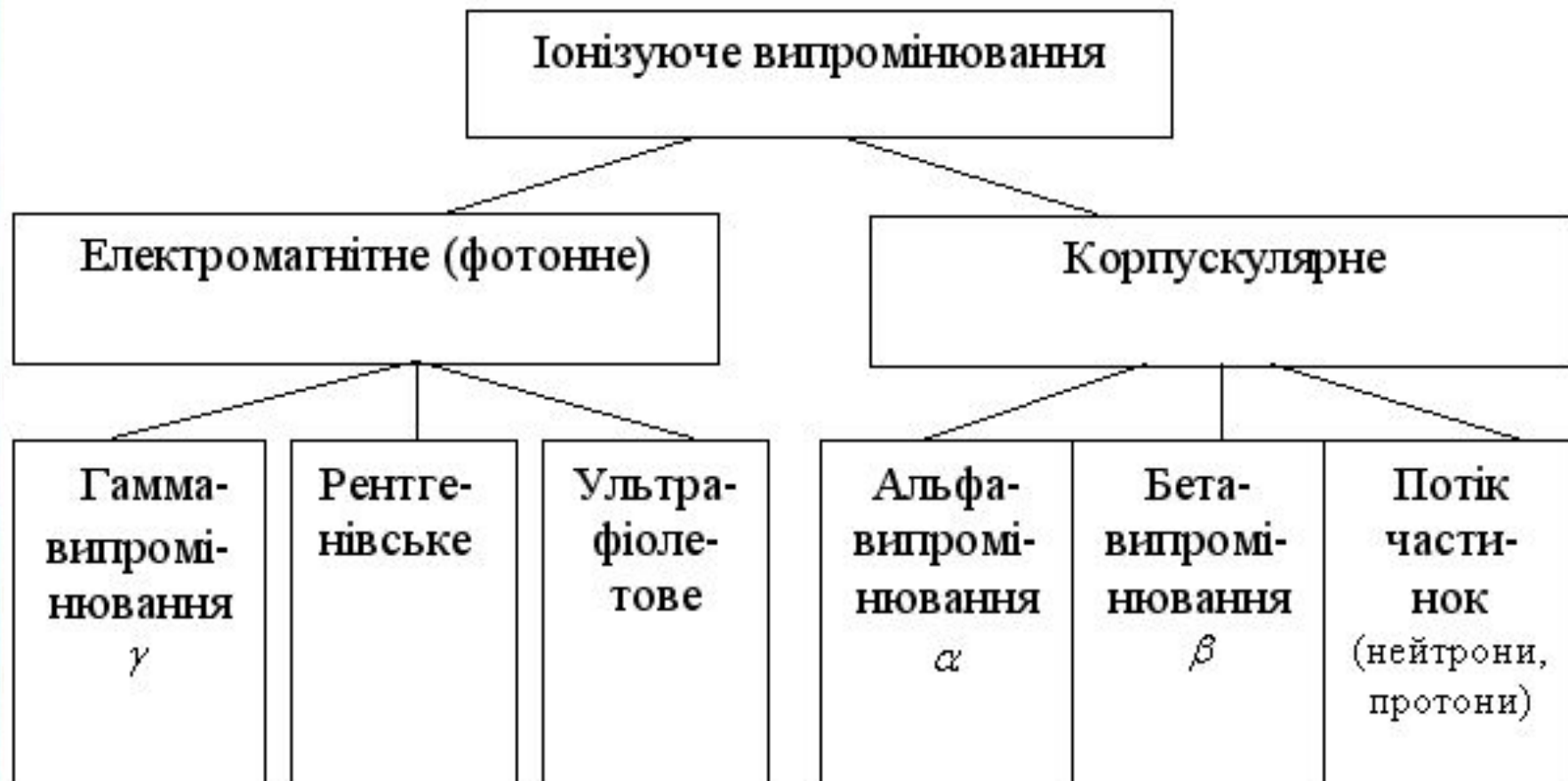


# **Іонізуюче випромінювання**



**Іонізуючим випромінюванням** називають таке випромінювання, взаємодія якого із середовищем приводить до утворення в цьому середовищі іонів (позитивно або негативно заряджених часток) з нейтральних атомів чи молекул.

# Види іонізуючого випромінювання



# Використання



Іонізуюче випромінювання широко використовують в промисловому і сільськогосподарському виробництві, в харчовій промисловості:

- з метою контролю технологічних процесів,
- вивчення фільтраційних процесів,
- синтезу нових речовин,
- для дефектоскопії,
- автоматичної сигналізації,
- радіаційної стерилізації і знезаражування тощо

# Використання



**У медицині радіонукліди  
використовують:**

- *для вивчення різних процесів життєдіяльності організму в нормі й за наявності патології;*
- *з метою діагностики;*
- *для лікування хворих.*

# Одиниці вимірювання радіоактивних випромінювань

**Активність** (число радіоактивних перетворень за одиницю часу), що характеризує їх іонізуючу спроможність.

Активність у міжнародній системі (СІ) вимірюється в **бекерелях** (Бк), а позасистемною одиницею є **кюрі** (Кі).

**Один Кі = 37 x 10<sup>9</sup> Бк.**



## Кількісні характеристики іонізуючого випромінювання

Кількість енергії, яка передається тканинам в результаті впливу іонізуючого випромінювання, називають **дозою**.

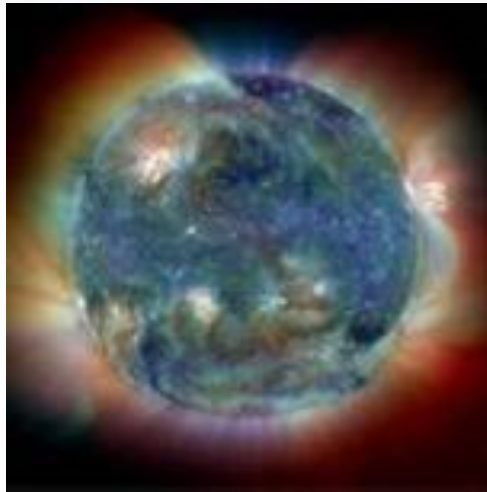
**Поглинута доза** – це енергія іонізуючого випромінювання, яка поглинута тканинами організму, що опромінюється у перерахунку на одиницю маси. Одиниця вимірювання поглинутої дози – **Грей** (Гр, Gy).  $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$ .

**Еквівалентна доза** – це поглинута доза, що помножена на коефіцієнт якості випромінювання, який враховує здатність певного виду випромінювання пошкоджувати тканини організму. Одиниця вимірювання еквівалентної дози – **Зіверт** (Зв).  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$ .

**Ефективна доза** – це еквівалентна доза, що помножена на коефіцієнт, який враховує ступінь чутливості різних тканин до впливу іонізуючого випромінювання.

# Джерела природного випромінювання

1. Космічні промені.



2. Земні джерела.



3. Їжа, вода, повітря





# Середньорічні дози опромінення від природних джерел

Основні джерела іонізуючих випромінювань	мкЗв	мбер
Космогенне випромінювання на поверхні Землі	300	30
Природне зовнішнє випромінювання земного походження	400	40
Внутрішнє опромінення	400	40
Опромінення від техногенне підсилених джерел природного походження (в т ч радон у приміщеннях)	1300	130
<b>Всього від природних джерел</b>	<b>2400</b>	<b>240</b>

# Штучні джерела випромінювань



1. Ядерні вибухи.



2. Ядерні реактори.



3. Ядерні дослідження.

4. Рентгенівські апарати, медичні процедури і лікування.



# Опромінення від штучних джерел



<i>Основні джерела іонізуючих випромінювань</i>	<i>мкЗв</i>	<i>мбер</i>
Джерела медичного опромінення (пацієнтів)	900	90
Професійне опромінення	50	5
Інші штучні джерела (в т. ч. пов'язані з наслідками аварії на ЧАЕС)	150	15
<b>Всього від штучних джерел</b>	<b>1100</b>	<b>110</b>
<b>Разом</b>	<b>3500</b>	<b>350</b>

# **Основні фактори, що обумовлюють дію іонізуючого випромінювання на організм людини:**

- 1. Поглинута доза опромінення.**
- 2. Вид опромінення.**
- 3. Тривалість і дробність опромінення.**
- 4. Об'єм опромінених тканин.**
- 5. Радіочутливість і функціональне значення опромінених органів.**
- 6. Спосіб опромінення (зовнішнє, внутрішнє).**
- 7. Індивідуальні особливості організму, що характеризують його радіочутливість (стать, вік, стан здоров'я, функціональний стан організму в момент опромінення тощо).**
- 8. Умови зовнішнього середовища (неблагоприємні мікрокліматичні умови, перепади тиску, умови харчування тощо).**

# Ефекти від радіації

Ефекти, викликані дією іонізуючих випромінювань (радіації):

- **За видами ушкоджень поділяють на три групи:**
  - соматичні,
  - соматико-стохатичні (випадкові, ймовірні),
  - генетичні.
  
- **За часом прояву виділяють дві групи:**
  - ранні (або гострі)
  - пізні.



# Дія іонізуючих випромінювань:

- до 0,25 Гр (25 Бер) - видимих порушень немає;
- 0,25 - 0,50 Гр (25-50 Бер) - можливі зміни в крові;
- 0,50-1,00 Гр (50-100 Бер)- **зміни** в крові, порушується нормальний стан, працездатність;
- 1,00-2,00 Гр (100-200 Бер)- **легка** форма променевої хвороби, прихований період до 1 місяця, слабкість, головний біль, нудота, відновлення крові через 4 місяці;
- 2,00-3,00 Гр (200-300 Бер)- **середня** форма променевої хвороби, через 2-3 години ознаки легкої форми променевої хвороби, розлад шлунка, депресія, порушення сну, підвищення температури, кровотеча з ясен, кольки, крововилив, відновлення через 6 місяців. Можливий смертельний випадок;
- 3,00-5,00 (300-500 Бер) - **важка** форма променевої хвороби, через годину неприборкана блювота, всі ознаки променевої хвороби виявляються різко: озноб, відмова від їжі. Смерть протягом місяця становить 50-60% від опромінених.
- **більше 5,00 Гр (більше 500 Бер) - **вкрай важка форма**** променевої хвороби, через 15 хв. неприборкана блювота з кров'ю, втрата свідомості, пронос, непрохідність\_кишечника. Смерть настає протягом 10 діб (100%).
- При опроміненні, що в 100-1000 разів перевищує смертельну, людина загине під час опромінення: «**смерть під променем**».



# ***Радіаційна безпека***

# Законодавча база

Допустимі рівні радіаційного опромінення населення в Україні регламентуються **Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ-97)**, затверджених наказом МОЗ України № 208 від 14. 07. 97 р. і введених в дію з 01. 01. 98 р.

Ці норми включають систему принципів, критеріїв, нормативів та правил, виконання яких є обов'язковою нормою в політиці держави щодо забезпечення протирадіаційного захисту людини і радіаційної безпеки.

# НРБУ-97



**НРБУ-97** є основним державним документом, що встановлює систему радіаційно-гігієнічних регламентів для забезпечення прийнятих рівнів опромінення як для окремої людини, так і для суспільства в цілому. Ці регламенти спрямовані на запобігання виникненню детерміністичних (нестохастичних) ефектів у осіб, що зазнали опромінення, і обмеження на прийнятому рівні ймовірності виникнення стохастичних ефектів.

**НРБУ-97** регламентують вимоги протирадіаційного захисту в умовах практичної діяльності в разі нормальної експлуатації індустриальних та медичних джерел іонізуючого випромінювання, аварійного опромінення населення, а також хронічного опромінювання за рахунок техногенно-підсилених джерел природного походження.

## Нормами радіаційної безпеки встановлюються три категорії осіб, які зазнають опромінювання:

**Категорія А** (персонал) — особи, що постійно чи тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючих випромінювань.

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

**Категорія В** — усе населення.





***Для осіб категорії А регламентується:***

- допустиме надходження (ДНа) радіонукліда через органи дихання,
- допустима концентрація (ДКа) радіонукліда в повітрі робочої зони,
- допустима щільність потоку частинок (ДЦПа),
- допустима потужність дози зовнішнього опромінення (ДПДа),
- допустиме радіоактивне забруднення (ДЗа) шкіри, спецодягу та робочих поверхонь.



***Для осіб категорії Б регламентується:***

- допустиме надходження (ДНб) радіонукліда через органи дихання,
- допустима концентрація (ДКб) радіонукліда в повітрі робочої зони,
- допустима щільність потоку частинок (ДЦПб),
- допустима потужність дози зовнішнього опромінення (ДПДб),
- допустиме радіоактивне забруднення (ДЗб) шкіри, спецодягу та робочих поверхонь.



***Для осіб категорії В регламентується:***

- допустиме надходження радіонукліда через органи дихання (**ДНв ingal**) і травлення (**ДНв ingest**),
- допустимі концентрації радіонукліда в повітрі (**ДКв ingal**) та питній воді (**ДКв ingest**),
- допустимі скид (**ДС**) і викид (**ДВ**) у довкілля.

## ***Ліміти доз опромінення осіб різних категорій***

- Ліміт ефективної дози за рік для категорії А – 20 мЗв/рік (2 бер);**
- Для категорії Б – 2 мЗв/рік (0,2 бер);**
- Для категорії В – 1 мЗв/рік (0,1 бер);**
- Річна ефективна доза, яку людина може отримати під час проведення профілактичного рентгенологічного обстеження, не повинна перевищувати 1 мЗв.**

# Закриті джерела

**Закриті джерела іонізуючого випромінювання** улаштовані таким чином, що це виключає забруднення довкілля. До їх числа слід віднести: рентгенівські установки, радіоактивні препарати у вигляді бус, трубок, голок,  $\gamma$ -терапевтичні апарати, лінійні та циклічні прискорювачі, в яких радіоактивний препарат знаходиться у металічній герметичній трубці.





# Правила роботи з закритими радіонуклідними джерелами і пристроями, що генерують іонізуюче випромінювання:

- має здійснюватися обов'язковий контроль герметичності джерел в об'ємі і з періодичністю, що встановлена регламентуючими документами;
- забороняється використовувати закриті джерела у випадку порушення їх герметичності або у разі закінчення терміна експлуатації;
- у неробочому положенні всі радіонуклідні джерела повинні знаходитися в захисних пристроях, а пристрої, що генерують іонізуюче випромінювання, мають бути знеструмлені;
- пристрій, в якому зберігається радіонуклідне джерело, має бути стійким до механічних, хімічних, фізичних та інших дій;
- для взяття радіонуклідного джерела з контейнера необхідно використовувати дистанційний інструмент або спеціальні пристрої;
- забороняється доторкатися до радіонуклідного джерела руками;
- при роботі з радіоактивними джерелами, які вийняті з захисного контейнеру необхідно користуватися відповідними захисними екранами та маніпуляторами;
- радіонуклідні джерела, непридатні для подальшого використання розглядаються як радіоактивні відходи, своєчасно описуються і здаються на зберігання.

# ***Відкриті джерела***

**Відкритими називаються такі джерела іонізуючого випромінювання, при використанні яких можливе потрапляння радіоактивних речовин у навколишнє середовище.**

**При цьому може відбуватися не тільки зовнішнє, але і додаткове внутрішнє опромінення персоналу. Це може відбутися при надходженні радіоактивних ізотопів у навколишнє робоче середовище у вигляді газів, аерозолів, а також твердих і рідких радіоактивних відходів. Джерелами аерозолів можуть бути не тільки виконувані виробничі операції, але і забруднені радіоактивними речовинами робочі поверхні, спецодяг і взуття.**

# **Правила роботи з відкритими радіонуклідними джерелами:**

- комплекс заходів при роботі з відкритими джерелами іонізуючого випромінювання має забезпечувати захист людини від зовнішнього та внутрішнього опромінення, попереджувати забруднення повітря та поверхонь робочих приміщень, шкіри та одягу персоналу, навколишнього середовища тощо;
- кількість радіоактивної речовини на робочому місці має бути мінімально необхідна для роботи;
- для роботи використовувати розчини, а не порошки радіоактивних речовин;
- кількість операцій, при яких можливі втрати радіоактивної речовини (пересипання порошоків, возгонка тощо) необхідно звести до мінімуму;
- роботи слід проводити на лотках і піддонах, зроблених із слабкосорбуючих матеріалів;
- необхідно користуватися разовими підсобними матеріалами (пластиковими плівками, фільтрувальним папером тощо), що сприяють обмеженню забруднення робочих поверхонь, обладнання та приміщень;
- у фасувальній та процедурній де поводиться робота з високоактивними препаратами, зверху спецодягу персонал одягає пластикові напівхалати, гумові рукавички, бахіли та маски;
- працюють з радіоактивними препаратами на кюветзах, покритих фільтрованим папером або в захисних боксах;
- до роботи з радіоактивними препаратами допускаються лише особи старші 18 років, які не мають протипоказань.

# Основні принципи забезпечення радіаційної безпеки:

- Зменшення потужності джерел до мінімальних розмірів («захист кількістю»);
- Скорочення часу роботи з джерелом («захист часом»);
- Збільшення відстані від джерел до людей («захист відстанню»);
- Екранування джерел випромінювання матеріалами, що поглинають іонізуюче випромінювання («захист екраном»).

# Засоби захисту

Засобами **колективного** захисту від іонізуючих випромінювань є різні пристрої (герметизуючі, вентиляції та очищення повітря, транспортування і зберігання ізотопів, автоматичного контролю і сигналізації, дистанційного управління), а також знаки безпеки, ємності для радіоактивних ізотопів і ін.

Засоби **індивідуального** захисту:

- Ізолюючі костюми (шлангові; з автономним джерелом повітряного живлення)
- Засоби захисту органів дихання (фільтруючі (респіратори, протигази); ізолюючі (пневмошлеми, пневмокаски).
- Спецодяг (повсякденного призначення; короткочасного використання (рукавиці, одяг з плівки).
- Спецвзуття (основне (черевики, чоботи); додаткове (бахіли, напівгалоші).
- Допоміжні захисні засоби захисту (окуляри; ручні захвати; щітки).

**До роботи з джерелами іонізуючих випромінювань в установах України не дозволяється допускати осіб, які мають такі медичні протипоказання:**

- 1.** Вміст гемоглобіну менше ніж 130 г/л у чоловіків і 120 г/л — у жінок.
- 2.** Вміст лейкоцитів менше ніж  $4,5 \times 10^9$  в 1 л, тромбоцитів менше ніж 180 000.
- 3.** Облітеруючий ендартеріїт, хвороба Рейно, ангіоспазми периферичних судин.
- 4.** Хвороби серця з недостатністю кровообігу
- 5.** Гіпертонічна хвороба III ступеня (індивідуальний підхід).
- 6.** Усі захворювання (у всіх стадіях) системи крові, у тому числі кровотворних органів.
- 7.** Передпухлинні захворювання, схильні до переродження і рецидиву; новоутворення.
- 8.** Доброякісні пухлини і захворювання, що перешкоджають туалету шкірних покривів (індивідуальний підхід)
- 9.** Злоякісні новоутворення (після проведеного лікування) питання може вирішуватися індивідуально за відсутності абсолютних протипоказань.
- 10.** Променева хвороба I—IV ступеня важкості або наявність стійких наслідків (за наявності променевої хвороби I ступеня важкості придатність визначається індивідуально).



## Протипроменевий захист пацієнтів ґрунтується на таких засадах:

- опромінення має бути обґрунтованим і призначеним тільки лікарем для досягнення корисних діагностичних та терапевтичних ефектів, які неможливо отримати іншими методами діагностики й лікування (*принцип виправданості*),
- колективні дози, що їх отримує населення за час проведення рентгенологічних та радіологічних процедур, повинні бути настільки низькими, наскільки це доцільно з урахуванням економічних та соціальних чинників (*принцип оптимізації*),
- величина дози опромінення встановлюється тільки лікарем індивідуально для кожного пацієнта, виходячи з клінічних показань, і повинна враховувати необхідність запобігти виникненню детерміністичних ефектів у здорових тканинах та в організмі в цілому (*принцип неперевищення*).

# Безпека персоналу

Вимоги стосовно забезпечення радіаційної безпеки персоналу, а також щодо охорони навколишнього середовища від забруднення радіоактивними речовинами регламентуються "Основними санітарними правилами роботи з джерелами іонізуючого випромінювання в Україні" (ОСПУ-99).

До таких робіт відносяться виробництво, оброблення, зберігання, транспортування та інші форми використання джерел іонізуючих випромінювань (ДІВ), перероблення, зберігання та знезараження радіоактивних відходів, науково-дослідна та практична діяльність різних радіологічних установ, закладів, лабораторій.