



Оцінка небезпеки дії ІВ

Захист населення і території

Тема Лекції:

“Вплив іонізуючого випромінювання на живий організм. Одиниці вимірювання у дозиметрії”

Доповідач: ст. викладач, к.т.н. Тарадуда Д.В.

МЕТА ЛЕКЦІЇ

Познайомитись з механізмом впливу іонізуючого випромінювання на організм людини

2

ЛІТЕРАТУРА

1. В.Г. Єременко “Основи дозиметрії та радіаційної безпеки”. Навч.посібник ХІТБ, 2006.
2. В.А Дубовицкий, В.Г. Ерёмченко, И.С. Третьяков. «Теоретические основы дозиметрии». Учебное пособие. ХВУ. Харьков, 1997.
3. Основы дозиметрии и войсковые дозиметрические приборы. Воениздат, МО СССР, М., 1970.

Вступ.

1 навчальне питання

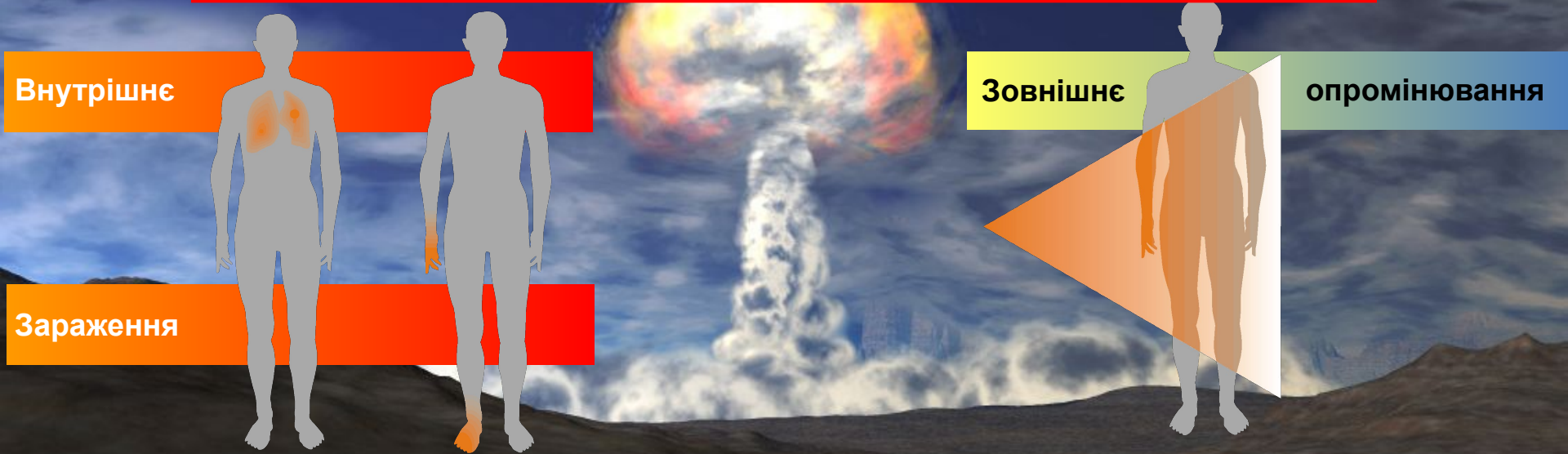
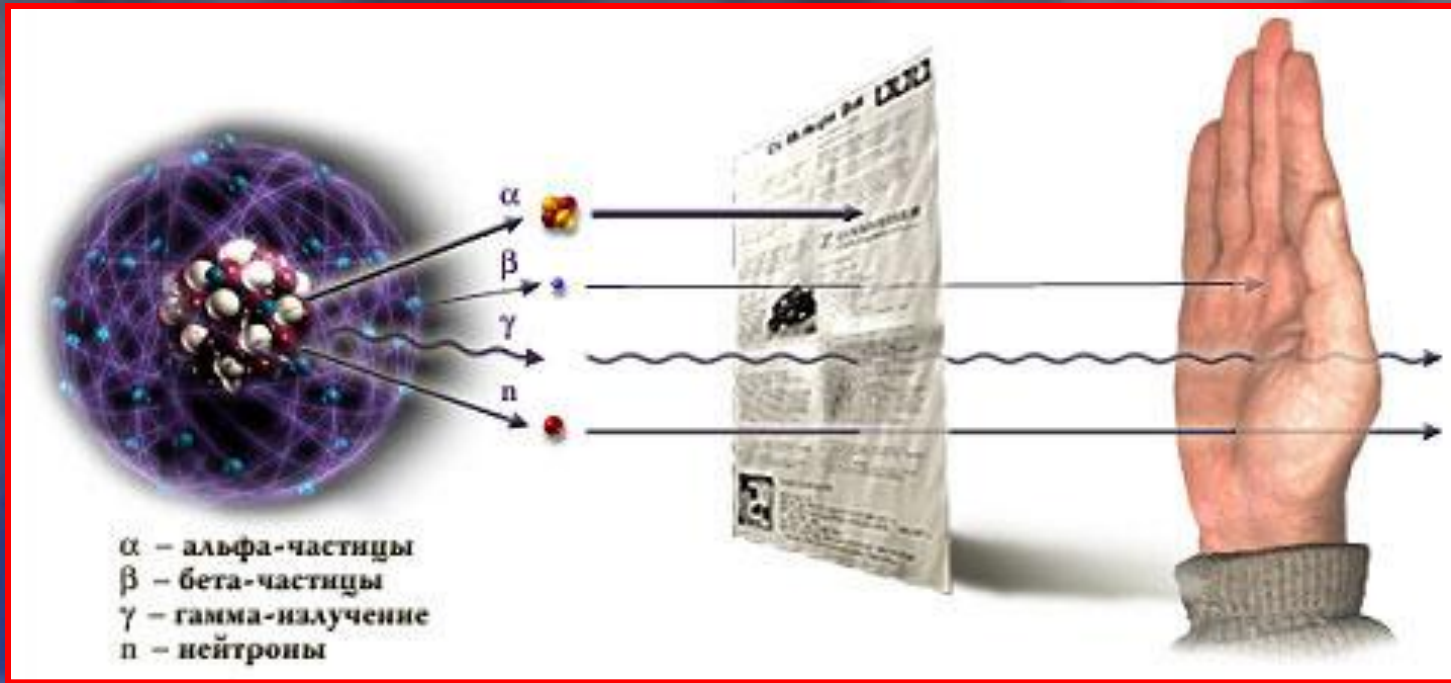
Механізм біологічного впливу іонізуючого випромінювання

2 навчальне питання

Одиниці вимірювання у дозиметрії

Закінчення.

Механізм біологічного впливу іонізуючого випромінювання





Захист населення і території

Вид випромінювання	Швидкість км/с	Кількість пар іонів на 1 см шляху у повітрі	Повністю послаблюється
Альфа-частинки	20 000	300 000	Аркуш паперу
Бета-частинки	300 000	40-150	Віконне скло
Гамма-частинки	300 000	Декілька пар	1 м ґрунту



Захист населення і території

Фази розвитку променевого ушкодження

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

Очікувані наслідки одноразового гамма - опромінювання людини

Доза опромінювання, Р	Вихід з ладу %				Смертність опромінених, %
	Усього	У тому числі протягом			
		перших двох днів	наступних двох тижнів	інших двох тижнів	
100	одиночні випадки	одиночні випадки	0	одиночні випадки	0
150	15	одиночні випадки	0	15	0
200	50	15	0	35	одиночні випадки
250	85	50	35	0	10
300	100	85	15	0	20
350	100	100	0	0	30
400	100	100	0	0	40
450	100	100	0	0	50
500	100	100	0	0	70
600	100	100	0	0	100

***Примітки.** При екрануванні області живота та таза захисними екранами, які ослабляють потік випромінювання у 2-5 разів, той же вражаючий ефект буде від доз опромінювання, у 1,5-3 раз перевищуючих вказані у таблиці.*

Орієнтована групова оцінка боєздатності частин та підрозділів в умовах, пов'язаних з ризиком подальшого впливу ІВ

Ступень боєздатності	Дози (Р) отримані протягом	
	чотирьох діб	1 місяця
Повністю боєздатне	До 50	До 100
Обмежено боєздатне 1 ступеня	До 150	До 250
Обмежено боєздатне 2 ступеня	До 250	До 400
Обмежено боєздатне 3 ступеня	Більш 250	Більш 400

Примітки. Обмежено боєздатним вважається підрозділ, подальші дії якого в умовах опромінення вражаючими дозами (50 – 100 Р) пов'язані з ризиком зниження боєздатності особового складу за рахунок радіаційного фактору:

1 ступень – до 50%;

2 ступень – більш 50%;

Потужності доз випромінювання від поверхні тіла (Р/год) та відповідні їм наслідки при забрудненні шкіри продуктами ядерного вибуху (незалежно від віку осколків)

Час контакту ПЯВ з шкірою до моменту санітарної обробки, год.					Ступень ураження шкіри	Терміни збереження боєздатності	Вихід з ладу, %
2	4	6	12	24			
0,3	0,2	0,1	0,08	0,05	Відсутня	Весь час	Ні
4,9	2,5	1,9	1,3	0,7	Легка	10-14	До 10
7,4	3,8	2,9	1,9	1,1	Середня	7-10	До 50
12,3	6,3	4,8	3,2	1,9	Важка	4-7	100



Захист населення і території

Допустимі ступені зараженості радіоактивними речовинами (віком 1 доба) різних об'єктів

Найменування об'єкта	Потужність дози, мР/год
Поверхня тіла людини	20
Натільна білизна	20
Лицьова частина протигаза	10
Обмундирування, спорядження, взуття, засоби індивідуального захисту	30
Особиста зброя	20
Поверхня тіла тварини	50
Бойова техніка та технічне майно	200
Інженерні спорудження, кораблі, літаки, стартові комплекси:	
– внутрішні поверхні	100
– зовнішні поверхні	500
– борти кораблів	1000
Внутрішні поверхні хлібопекарень, продовольчих комор, шахтних колодязів і т. ін.	50

Примітки. Якщо забруднення відбулося продуктами ЯВ віком до 12 або від 12 до 24 годин, то вказані у таблиці значення збільшуються відповідно у 4 та 2 разів.



Захист населення і території

Наслідки потрапляння продуктів ЯВ у організм дорослої людини

Кількість ПЯВ (мКі) при потраплянні цілодобово протягом				Ступінь ураження шкіри	Терміни збереження боєздатності	Вихід з ладу, %
1 доби	До 10 діб	До 30 діб	До 1 року			
1,0	0,2	0,1	0,05	Відсутня	Весь час	Ні
15-60	3-10	2-5	1,2-3	Легка	8-10	До 10
60-120	10-20	5-10	3,5-7	Середня	5-7	До 50
120-200	20-30	10-15	7-12	Тяжка	2-3	100
Більш 200	Більш 30	Більш 15	Більш 12	Украй тяжка	Відсутня	100

Допустимі ступені зараженості продовольства та води радіоактивними речовинами

Найменування продукту	Вимірюваний обсяг (поверхня)	Допустиме забруднення, мР/год, за віком ПЯВ		
		1 доба	5 діб	більше 10 діб
Вода	Казанок	10	5	2
	Відро	20	10	4
Рідкі, сипучі (зерно) харчові продукти, їжа у готовому вигляді	Казанок	10	5	2
Макаронні вироби, вермішель, сухофрукти	Казанок	5	2,5	1
Хліб	Буханець	6	3	1,5
М'ясо	Туша, півтуші	100	50	20
Риба	25x25 см ²	10	5	2
Молоко: – дорослі – діти	Казанок	0,6	0,6	0,6
		0,1	0,1	0,1

Примітки: Казанок ємністю 1,5 л, відро – 9-10 л. Під час вимірювань рівнів зараження блок детектування приладу повинен розташовуватися на відстані 0,5-1 см від вимірюваної поверхні. Якщо вік ПЯВ менше 12 год або дорівнює 12-24 год, то зазначені в таблиці потужності експозиційних доз збільшуються відповідно в 4 і 2 рази. У випадку випадання радіоактивних гідрозолів (радіоактивного дощу), коли влучення ПЯВ на тіло відбувається через обмундирування, яке намокло безпечні потужності експозиційної дози гамма-випромінювання шкірних покривів тіла і натільної білизни беруться рівними 3,5 мР/год.



Захист населення і території

Результат впливу ІВ на опромінений об'єкт – фізико-хімічні або біологічні зміни у ньому. Радіаційний ефект η , що спостерігається залежить від фізичних величин A_j , які характеризують поле випромінювання або взаємодію випромінювання із речовиною.

$$\eta = F(A_j)$$

Завданням дозиметрії є вимірювання величини A_j для передбачення або оцінки радіаційного ефекту η (радіобіологічного ефекту). Величини A_j , які функціонально пов'язані із радіаційним ефектом η , називаються дозиметричними. Для здійснення вимірювань у дозиметрії встановлені одиниці вимірювання, що відповідають Міжнародній системі вимірювання (СІ). Разом із Міжнародною системою одиниць застосовуються позасистемні одиниці активності та характеристики полів іонізуючих випромінювань (СГС).

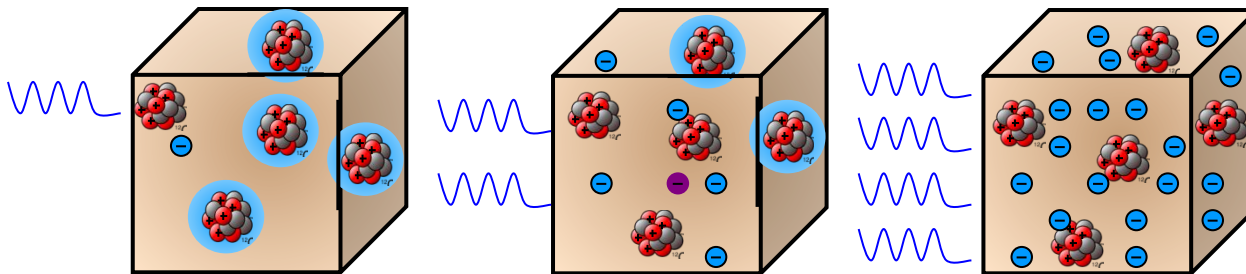


Захист населення і території

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

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

Доза випромінювання, віднесена до одиниці часу, називається **потужністю дози**, яка виражає собою швидкість накопичення дози.

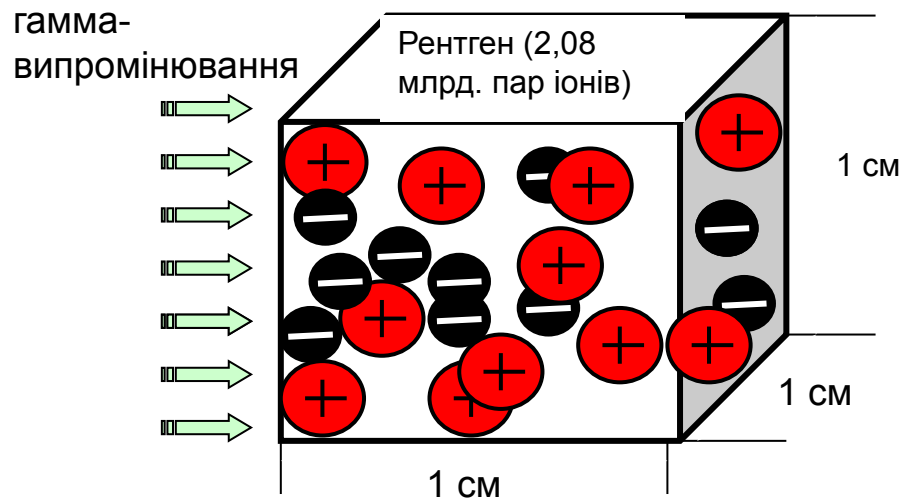




Експозиційна доза фотонного випромінювання

Захист населення і території

Експозиційна доза фотонного випромінювання (X) – це відношення сумарного заряду dQ всіх іонів одного знаку, створених у повітрі, коли всі електрони і позитрони, звільнені фотонами в елементарному об'ємі повітря з масою dm , повністю зупинилися в повітрі, до маси повітря в зазначеному об'ємі



Енергія квантів MeV	κ - коефіцієнт пропорційності		
	Вода/повітря	Кістки/повітря	М'язи/повітря
0,01	0,92	3,58	0,933
0,1	0,957	1,47	0,957
1	0,974	0,927	0,965
3	0,971	0,937	0,963

$D = \kappa X$, де κ - коефіцієнт пропорційності.

Із зіставлення одиниць випливає, що для повітря в умовах електронної рівноваги за експозиційної дози 1 P поглинена доза дорівнює 0,88 рад. $X = 0,877D$ (1 P = 0,88 рад).



Поглинена доза випромінювання

Захист населення і території

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

Це поняття може бути застосоване до будь-якого виду ІВ та будь-якої речовини, тобто це кількісна характеристика результату взаємодії випромінювання з речовиною.

За системну одиницю вимірювання поглиненої дози випромінювання взятий грей – Гр.

Це така доза випромінювання, за якої опроміненій речовині, яка має вагу 1 кг, передається енергія ІВ в 1 Дж; $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$.

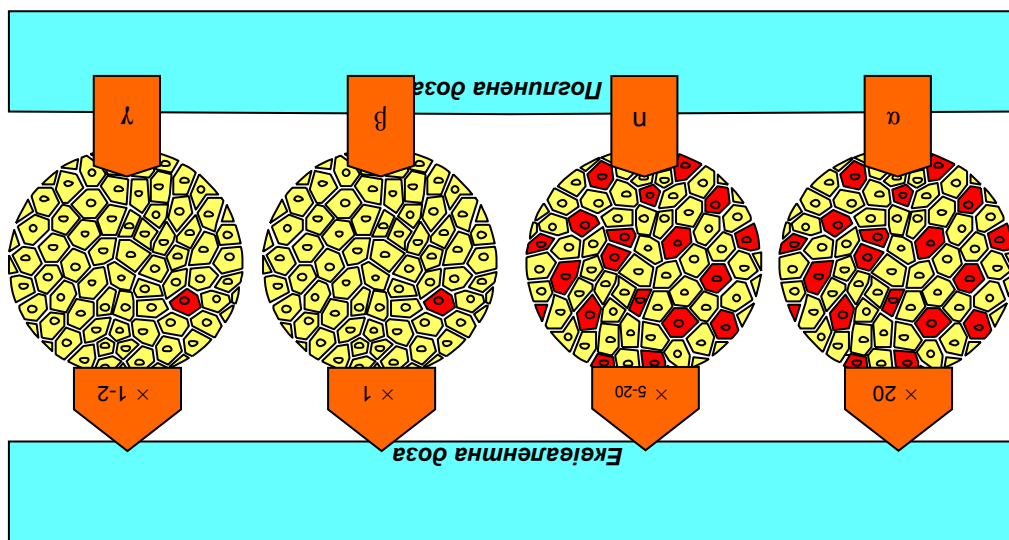
Позасистемною одиницею вимірювання поглиненої дози є рад (*radiation absorbent dose*); $1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Гр}$.



Еквівалентна доза випромінювання

Захист населення і території

Еквівалентна доза випромінювання H призначена для оцінювання радіаційної безпеки опромінення людини в полі ІВ різних видів. Біологічний ефект опромінення за інших рівних умов виявляється різним для різних видів випромінювання.



Еквівалентна доза – це добуток поглиненої дози D випромінювання в біологічній тканині на коефіцієнт якості k цього випромінювання в певному елементі біологічної тканини, тобто:
 $H = D k$.

Види випромінювання	Лінійна передача енергії L_{∞} у воді		Коефіцієнт якості k
γ -, β -випромінювання (фотони з енергією більшою за 350 кеВ)	0,58	3,5	1
γ -, випромінювання (фотони з енергією меншою за 150 кеВ)	1,1	7,0	2
α -частинки, швидкі нейтрони (з енергією більшою за 100 МеВ)	3,7	23	5
Нейтрони (з енергією 0,03–100 МеВ)	8,5	53	10
Багатозарядні іони, ядра віддачі	28	175	20



Співвідношення між одиницями СІ і позасистемними одиницями в області радіаційної безпеки

Захист населення і території

Величина позначення	і Призначення і позначення одиниць		Зв'язок з одиницею СІ
	СІ	СГС	
1	2	3	4
Енергія ІВ (E_0)	Джоуль (Дж)	Електрон-вольт (еВ)	$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ $1 \text{ MeV} = 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$
Активність (А)	Бекерель (Бк)	Кюрі (Кі)	$1 \text{ Кі} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ $= 3,7 \cdot 10^{10} \text{ розпад/с}$
Поглинена доза (D)	Грей (Гр)	Рад (рад)	$1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$
Потужність дози (D*)	Грей за секунду, (Гр/с)	Рад в секунду (рад/с)	$1 \text{ рад/с} = 0,01 \text{ Гр/с}$
Еквівалентна доза (H)	Зиверт (Зв)	Бер (бер)	$1 \text{ бер} = 0,01 \text{ Зв}$
Потужність дози (H*)	Зиверт в секунду, (Зв/с)	Бер в секунду (бер/с)	$1 \text{ бер/с} = 0,01 \text{ Зв/с}$
Експозиційна доза (X)	Кулон на кілограм, (Кл/кг)	Рентген (Р)	$1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$
Потужність дози (X*)	Ампер на кілограм, (А/кг)	Рентген в секунду, (Р/с)	$1 \text{ Р/с} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ А/кг}$