

Лабораторна робота № 2

Тема: Дозиметрія іонізуючих випромінювань.

Мета: Вивчити дози опромінення та одиниці їх виміру.

Теоретичні питання

1. Що таке радіоактивність та які існують види радіоактивності?
2. Що таке Кюрі та Беккерель?
3. Які Ви знаєте види доз іонізуючих випромінювань?
4. Формули та одиниці вимірювання в дозиметрії?

Теоретичні відомості

Радіоактивність – це мимовільне або штучне перетворення атомних ядер нестійкого ізотопу хімічного елемента з даного стану в інший ізотоп цього або іншого елемента, яке супроводжується виділенням енергії шляхом випускання елементарних частинок γ -квантів і ядер.

Основний закон радіоактивного розпаду стверджує, що за одиницю часу розпадається однакова частка ядер, що є в наявності.

Розрізняють три види радіоактивності (активності):

- 1) поверхнева Кі/км²; Бк/м²; розп./хв. з 1 см² тощо.
- 2) питома – Кі/кг; Бк/кг тощо.
- 3) об'ємна – Кі/л; Бк/л тощо.

Позасистемною одиницею радіоактивності є **Кюрі (Ки)**.

Кюрі – це така кількість радіоактивної речовини, в якій за 1 с розпадається біля 37 млрд. атомів. $1\text{Ки} = 3,7 \cdot 10^{10}$ розп./с, або $2,22 \cdot 10^{12}$ розп/хв. Таку радіоактивність мають 1г ²²⁶Ra, або 3г ²³⁸U, або 0,00001г ¹³¹I. Таким чином, радіоактивність визначається не масою радіоактивного елемента, а величиною періоду його піврозпаду (²³⁸U – 4,5 млрд.років, а ¹³¹I – 8,07 діб).

Похідними від Ки у бік зниження є:

$$1\text{мкКи} = 1 \cdot 10^{-6} \text{Ки}$$

$$1\text{нКи} = 1 \cdot 10^{-9} \text{Ки}$$

За одиницю радіоактивності в системі СІ прийнятий **Беккерель (Бк)**.

Беккерель – це така кількість радіоактивної речовини чи елемента, в якій за 1с розпадається один атом. $1\text{Бк}=1\text{розп./с}$. Звідки $1\text{Кі}=3,7*10^{10}\text{Бк}$, а $1\text{Бк}=2,7*10^{-11}\text{Кі}$.

Похідними від Бк є: $1\text{кБк}=1*10^3\text{Бк}$; $1\text{МБк}=1*10^6\text{Бк}$

Дозиметрія – визначення кількості і якості іонізуючих випромінювань.

За допомогою дозиметрії вирішують два завдання:

1) *виявлення джерела випромінювання, визначення виду, кількості і енергії випромінювання;*

2) *визначення кількості енергії випромінювання, переданої об'єкту опромінення, та ступінь його дії.*

Дозою іонізуючих випромінювань називається енергія, передана випромінюванням елементарному об'єму або масі опромінюваної речовини.

Розрізняють три основних види доз іонізуючих випромінень:

1) *експозиційну;*

2) *поглинуту;*

3) *еквівалентну.*

Експозиційною є доза, яку утворює джерело іонізуючого випромінення в повітрі.

Рентген – це така кількість іонізуючих випромінень, яка утворює в 1см сухого повітря при нормальних умовах біля 2млрд.пар іонів. $1\text{Р}=2,08*10^9$ пар іонів на 1см^3 повітря.

Похідними від Р є: $1\text{мР}=1*10^{-3}\text{Р}$; $1\text{мкР}=1*10^{-6}\text{Р}$.

В системі СІ за одиницю експозиційної дози прийнято **кулон на кілограм (Кл/кг)**. $1\text{Кл/кг}=3876\text{Р}=3,88*10^3\text{Р}$

Експозиційна доза розраховується за формулою:

$$D_x = P * t$$

де P – потужність дози (доза, віднесена до одиниці часу);

t – час.

Поглинutoю є доза, яка визначає кількість енергії іонізуючих випромінень, поглинутої одиницею маси чи об'єму опромінюваної речовини (об'єкту, суб'єкту, окремого елемента).

Позасистемною одиницею поглинутої дози є **рад**. 1 рад – це енергія 1 Р, поглинута в одиниці маси чи об'єму опромінюваного об'єкта.

Похідними від рада є: $1\text{мрад}=1*10^{-3}\text{рад}$;

$1\text{мкрад}=1*10^{-6}\text{рад}$.

В системі СІ за одиницю поглинутої дози прийнято **Грей (Гр)**.

$1\text{Гр}=100\text{рад}$; $1\text{рад}=0,01\text{Гр}=1*10^{-2}\text{Гр}$.

Подальшими похідними є: $1\text{мГр}=1*10^{-3}\text{Гр}$; $1\text{мкГр}=1*10^{-6}\text{Гр}$.

Поглинута доза для джерел направленої дії розраховується за формулою:

$$D_p = D_x * W$$

де D_x – експозиційна доза;

W – середньозважений коефіцієнт для різних органів і тканин організму людини, який дає можливість вирівняти ризик опромінення незалежно від того, опромінюється все тіло рівномірно, чи ні (табл. 1).

Таблиця 1 Значення коефіцієнта W для різних органів і тканин організму людини

Орган чи тканина	W
Статеві залози	0.25
Молочна залоза	0.15
Червоний кістковий мозок	0.12
Легені	0.12
Щитовидна залоза	0.03
Кісткова тканина (поверхня)	0.03
Інші органи і тканини	0.30
Все тіло	1.00

Еквівалентна доза визначає кількість енергії будь-якого виду іонізуючого випромінювання, поглинутої одиницею маси чи об'єму опромінюваного суб'єкту з урахуванням відносної біологічної ефективності (ВБЕ).

Позасистемною одиницею еквівалентної дози є **біологічний еквівалент рентгена (бер)**. Бер (біологічний еквівалент рентгена) – це кількість енергії будь-якого виду випромінювання, яке при поглинанні 1 г біологічної тканини створює таку ж біологічну дію, що і гамма-випромінювання при дозі в 1 Р. Бер

– одиниця вимірювання біологічної дози. Похідними від бера є:

1 мбер = $1 \cdot 10^{-3}$ бер; 1 мкбер = $1 \cdot 10^{-6}$ бер.

В системі СІ за одиницю еквівалентної дози прийнято **Зіверт (Зв)**.

1Зв = 100 бер; $1 \cdot 10^{-2}$ бер = 1сЗв. Подальшими похідними є:

1мЗв = $1 \cdot 10^{-3}$ Зв;

1 мкЗв = $1 \cdot 10^{-6}$ Зв.

Еквівалентна доза розраховується за формулою:

$$D_n = D_p \cdot ВБЕ$$

де D_p — поглинута доза;

ВБЕ – коефіцієнт відносної біологічної ефективності різних видів іонізуючих випромінень (табл.2).

Таблиця 2 Відносна біологічна ефективність різних видів іонізуючих випромінень

Вид іонізуючого випромінювання	ВБЕ
Рентгенівське та γ -випромінювання	1
Електрони, позитрони, β -випромінювання	1
Протони з енергією $E < 10$ МеВ	10
Нейтрони з енергією $E < 20$ кеВ	3
Нейтрони з енергією $E = 0,1 \dots 10,0$ МеВ	10
α -випромінювання з енергією $E < 10$ МеВ	20
Важкі ядра віддачі	20

Для визначення еквівалентної дози від зовнішнього γ -випромінювання на території з високим γ -фоном при розрахунку поглинутої дози використовується перехідний множник f (табл. 3).

Таблиця 3. Перехідний множник f від експозиційної до поглинутої дози

Енергія фотонів, кеВ	Об'єкт опромінення		
	вода	м'язи	кістки
	Перехідний множник f , рад/Р		
10	0.91	0.92	3.46
50	0.90	0.93	3.52
100	0.95	0.95	1.45
400	0.97	0.96	0.93
1000	0.97	0.96	0.93
2000	0.97	0.96	0.93

Практичні завдання

1. Ознайомитись із поняттям радіоактивності та які види радіоактивності існують.
2. Ознайомитись із поняттям дозиметрії та які види доз використовують у даному напрямку.
3. Вивчити одиниці вимірювання та формули обрахунку доз іонізуючих випромінювань.

Завдання для самостійної роботи студентів (підготувати до заняття реферат, презентацію, доповідь):

1. Природні джерела радіоактивних ізотопів і речовин.
2. Радіоактивні ізотопи, що утворюють родини, та їх похідні.
3. Радіоактивні ізотопи, що не утворюють родин.
4. Походження космогенних радіоізотопів.
5. Характеристики основних дозоутворюючих природних радіонуклідів.
6. Компоненти природного радіаційного фону.
7. Природні радіонуклідні аномалії.
8. Штучні джерела радіоактивних ізотопів і радіоактивних речовин.
9. Радіонукліди ядерних вибухів.
10. Складові ядерного паливного циклу.
11. Радіонукліди ядерних реакторів.
12. Характеристики основних дозоутворюючих штучних радіонуклідів.
13. Найкрупніші радіаційні аварії у світі.
14. Причини аварії на Чорнобильській АЕС.
15. Штучні радіонуклідні аномалії.
16. Тенденції розвитку ядерної енергетики в світі і в Україні.