

Лабораторна робота ВИЗНАЧЕННЯ НАЙБІЛЬШ ІМОВІРНОЇ ВЕЛИЧИНИ ПОТУЖНОСТІ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ

Обладнання: радіометр “Прип’ять”

Теоретичні відомості

Енергія випромінювання передається живій речовині у різних процесах: іонізації з утворенням іона і електрона, при розщепленні молекул на іони, при непружних і пружних зіткненнях з частинками речовини тощо. Радіаційний остаточний прояв цього поглинання обов’язково залежить від кількості поглинутої енергії в одиниці маси живої речовини, яку називають поглинутою дозою (дозою D). У системі СІ її одиницею є грей.

$$D = \frac{W}{m} \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right) \quad 1 \text{ Гр} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Експерименти свідчать про те, що однакова поглинута доза для різних видів радіоактивного випромінювання в одному й тому самому органі супроводжується неоднаковим біоефектом. Найбільший вплив спричиняють α -частинки, протони, швидкі нейтрони; трохи менший – теплові нейтрони; найменший – електрони і γ -кванти, які утворюють малу кількість іонів на одиницю довжини пробігу. Вказану різницю встановили експериментально. Її зручно характеризувати коефіцієнтом якості k , який показує, у скільки разів дане випромінювання шкідливіше від γ -квантів з енергією 200-250 кеВ. Для β -, γ - і рентгенівського випромінювання $k_\beta = k_\gamma = 1$; для α -частинок k_α порядку 10, а для уламків ядер до 20.

До найважливіших величин радіобіології належить еквівалентна доза H іонізуючого випромінювання, яка визначається формулою:

$$H = k_1 D_1 + k_2 D_2 + \dots,$$

де $D_1, D_2 \dots$ - дози різних видів випромінювання, $k_1, k_2, \dots$ - їхні коефіцієнти якості. У СІ одиницею еквівалентної дози є зіверт (Зв), на честь шведського вченого Р. Зіверта. Досить часто згадується позасистемна застаріла одиниця еквівалентної дози під назвою біологічний еквівалент рентгена (скорочено бер), який дорівнює 0,01 зіверта:

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$$

Потужністю еквівалентної дози $\dot{H}$ називають дозу, яку отримує 1 кг біологічної речовини за одиницю часу:

$$\dot{H} = \frac{H}{t} \left(\frac{\text{Зв}}{\text{с}} \right)$$

Радіометр “Прип’ять” в межах можливих похибок дає змогу вимірювати миттєві значення потужності еквівалентної дози іонізуючого випромінювання, де чітко проявляється її статистичний характер.

Завдання роботи полягає в знаходженні найбільш імовірного значення потужності еквівалентної дози іонізуючого опромінення та визначення мінімальної кількості дослідів, які необхідно виконати, тобто зняти покази, щоб їх середнє значення надійно досягло найбільш імовірного.

Порядок виконання роботи

1. Радіометр “Прип’ять” (див. рис.) увімкнути в режимі вимірювання потужності еквівалентної дози опромінення $\dot{H} \frac{\text{мкЗв}}{\text{год}}$.

2. Вимкнувши та увімкнувши вимикачем “Питание” радіометр, записати не менше 100 показів потужності дози опромінення (якщо ви не встигли якесь число записати, спокійно продовжуйте запис далі). Записуйте числа, не звертаючи уваги на крапку десяткового знаку, - це ви зробите насамкінець.

3. З усього масиву значень виберіть і запишіть найменше і найбільше.

4. Виберіть величину інтервалу значень, наприклад, два, а можна три, і заготуйте таблицю для запису даних по інтервалах:

Номер інтервалу	Значення величини інтервалу	Кількість таких інтервалів



5. За одержаною, заповненою таблицею побудуйте графік залежності кількості інтервалів (по осі у) від їх номерів (по осі х). За графіком і таблицею визначте і запишіть значення найбільш імовірної величини потужності еквівалентної дози опромінення за час спостережень в даній кімнаті.

6. Спробуйте дати відповіді на запитання: скільки треба зняти показів радіометра, щоб їх середнє значення більш-менш надійно збігалось з найбільш ймовірним значенням потужності еквівалентної дози опромінення. З цією метою знайдіть середнє значення дози послідовно двох, трьох, чотирьох і т.д. записаних згідно з пунктом 2 показів радіометра. Одержані дані середнього значення дози запишіть до таблиці:

1.	Кількість дослідів	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.	Середнє значення $\bar{N}$											

7. За даними таблиці побудуйте графік залежності середнього значення $\bar{N}$ від кількості взятих показів. За цим графіком визначте і запишіть приблизну мінімальну кількість дослідів, показів, при якій середнє значення потужності дози вже буде наближено дорівнювати найбільш імовірному.

8. Запишіть розгорнуту відповідь - висновок за наслідками експерименту.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення таких одиниць: зіверт, грей, бекерель, кюри, рентген, джоуль, ват.
2. Дайте коротку характеристику основних видів радіоактивного випромінювання.
3. Атомні електростанції треба будувати чи закривати? Сформулюйте самостійну аргументовану відповідь.
4. Запишіть закон радіоактивного розпаду та поясніть кожен величину в ньому.