

Дозиметрія. Дози випромінювання. Захист від іонізуючого випромінювання



Дозиметрія

- Дозиметрія- це область прикладної фізики, в якій вивчаються фізичні величини, що характеризують дію іонізуючого випромінювання на об'єкти живої та неживої природи, зокрема дози випромінювання, а також методи і прилади для вимірювання цих величин.



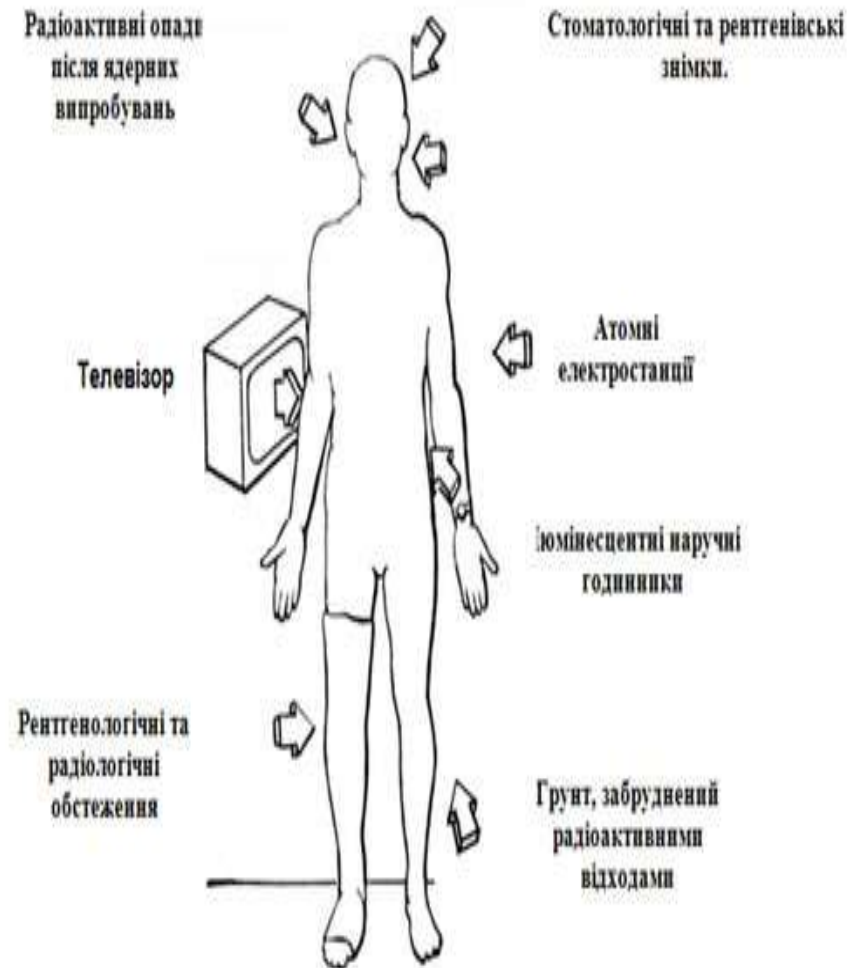
Історія

- Розвиток Д. спочатку визначалося необхідністю захисту людини від іонізуючих випромінювань. Незабаром після відкриття рентгенівських променів були помічені біологічні ефекти, що виникають при опроміненні людини і тварин. З'явилася необхідність у кількісній оцінці ступеню радіаційної небезпеки. В якості основного кількісного критерію була прийнята експозиційна доза, яка вимірюється в рентгенах і визначається за величиною іонізації повітря. Велике значення у розвитку рентгенометр мали роботи радянських вчених (П. Н. Лукирський, В. М. Дукельського, Д. Н. наслідова, К. К. Аглінцева, І. В. Поройкова).



Дози випромінювання

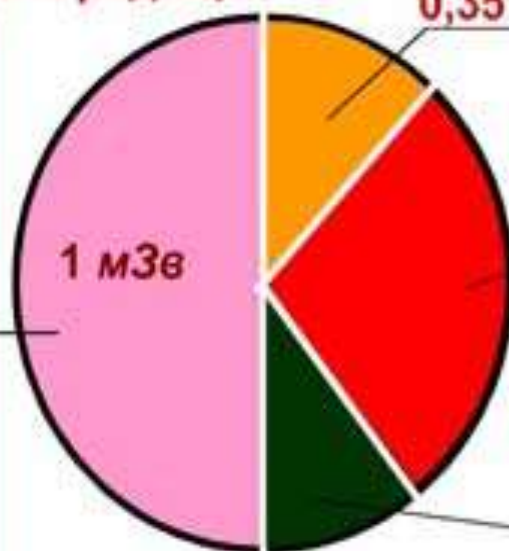
- Доза (від грец. *Dosis* - частка, порція) іонізуючого випромінювання, величина, яка використовується для оцінки впливу випромінювання на будь-які речовини і живі організми. Залежно від особливостей випромінювання і характеру його впливу розглядають поглинену, еквівалентну та експозиційну дози.



Допустимі та небезпечні дози опромінення

Природні джерела радіації

Внутрішнє опромінення обумовлене радоном та продуктами його розпаду, які попадають в організм під час дихання



0,35 мЗв

Внутрішнє опромінення, обумовлене природними ізотопами в тканинах організму

Космічне випромінювання
0,3 мЗв

Зовнішнє гамма – випромінювання
0,35 мЗв

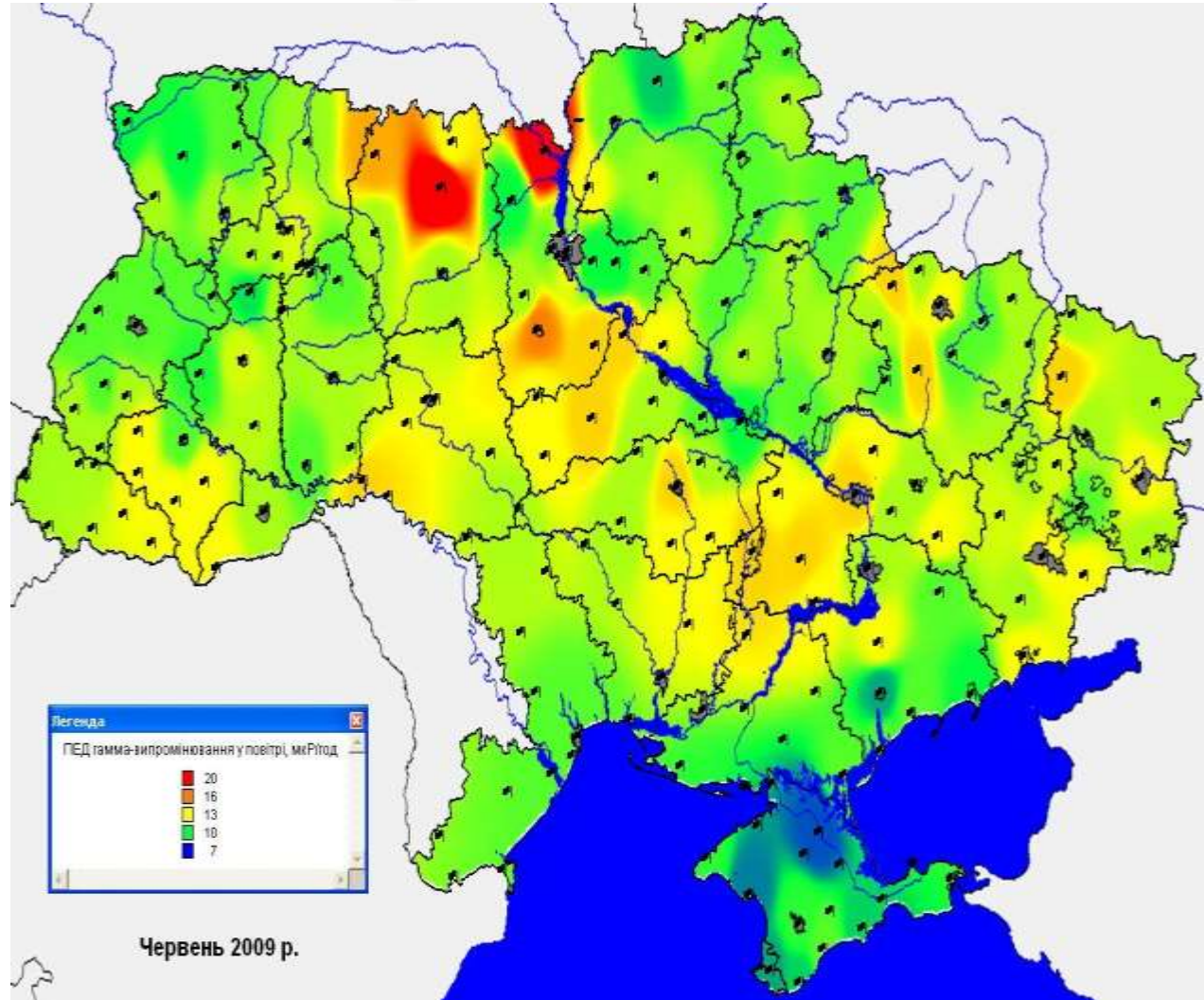
Середня загальна еквівалентна доза опромінення від природних джерел радіації дорівнює **2 мЗв/рік або 0,2 бер /рік**

Гранично допустимі еквівалентні дози опромінення

Для професіоналів	за рік	50 мЗв (5 бер)
Для населення	за рік	5 мЗв (0,5 бер)

Іонізуюче випромінювання

- Іонізуюче випромінювання - потік фотонів, елементарних частинок або частин розподілу атомів, здатні іонізувати речовину.
- До іонізуючого випромінювання не відносять видиме світло і ультрафіолетове випромінювання, які в окремих випадках можуть іонізувати речовину. Інфрачервоне випромінювання, випромінювання сантиметрового і радіодіапазонів не є іонізуючим, оскільки їх енергії недостатньо для іонізації атомів і молекул в основному стані.
- У повсякденних умовах одним із джерел іонізації є космічні промені.

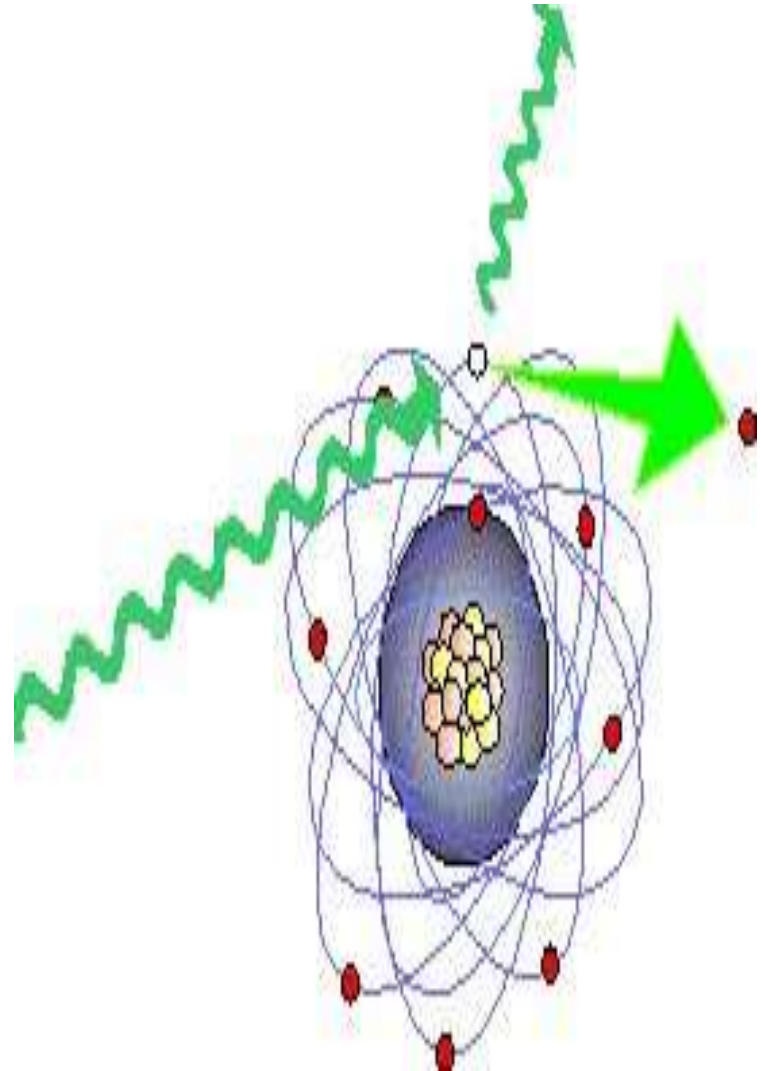


Характеристика

- Радіація — випромінювання, випускання променів яким-небудь тілом, наприклад Сонцем (сонячна радіація) чи іншим джерелом. Під радіацією розуміють потоки елементарних частинок і квантів, проходження яких через речовину викликає її іонізацію. Це електрони, позитрони, протони, нейтрони та ін. елементарні частинки, а також атомні ядра і електромагнітне проміння гамма-, рентгенівського і оптичного діапазонів.

Іонізаційна радіація надходить із радіоактивних матеріалів, рентгенівських трубок, прискорювачів частинок і присутне у навколишньому середовищі. Це проміння невидиме, і його неможливо безпосередньо виявити за допомогою людських відчуттів, тому використовуються такі інструменти як лічильник Гейгера, іонізаційний детектор. У деяких випадках іонізаційна радіація може призвести до вторинної емісії видимого світла при взаємодії з речовиною.

Іонізаційна радіація має багато практичних застосувань у медицині, наукових дослідженнях, будівництві та інших галузях, проте є небезпечною для здоров'я при неправильному використанні. Вплив радіації призводить до пошкодження живих тканин, внаслідок яких бувають опіки, променева хвороба, смерть при високих дозах і рак, пухлини та генетичні мутації при низьких дозах.



Типи радіації

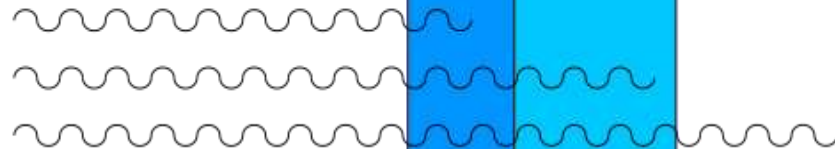
α



β



γ



Альфа-промені — потік альфа-частинок, тобто ядер гелію-4. Альфа-частки, що створюються при радіоактивному розпаді. Бета-промені — це потік електронів, що виникає при бета-розпаді; для захисту від бета-частинок енергією до 1 Мев достатньо алюмінієвої пластини завтовшки декілька мм. Гамма-промені мають набагато більшу проникну здатність, оскільки складаються з високоенергійних фотонів, що не мають заряду; для захисту від гамма-променів ефективні важкі елементи (свинець тощо).

Іонізаційна здатність радіації

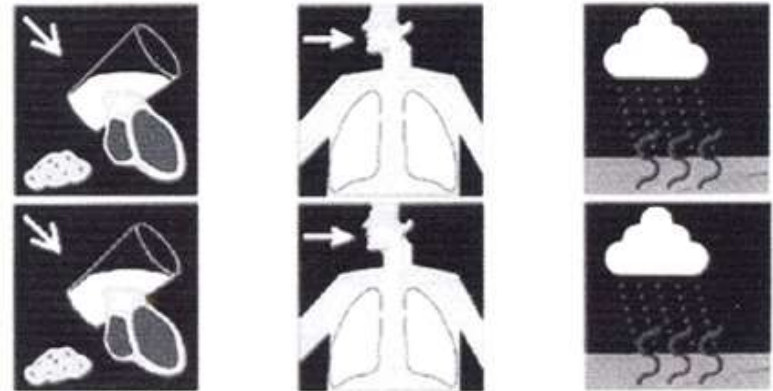
Термін висока іонізаційна здатність відноситься до променів при взаємодії яких з речовиною спостерігається висока щільність утворення іонів уздовж траєкторії.

Альфа-частинки і інші відносно важкі заряджені частинки відносять до променів з високою іонізаційною здатністю.

Бета-частинки викликають меншу іонізацію уздовж траєкторії руху, ніж альфа-частинки, тому їх відносять до променів з середньою іонізаційною здатністю.

Рентгенівські і гамма-промені продукують найменшу кількість іонів, проходячи через поглинач, і тому їх відносять до променів з низькою іонізаційною здатністю.

Нейтрони є окремим випадком, тому що вони не викликають безпосередню іонізацію. Проте, продукти їхньої взаємодії з речовиною можуть мати високу, середню або низьку іонізаційну здатність.



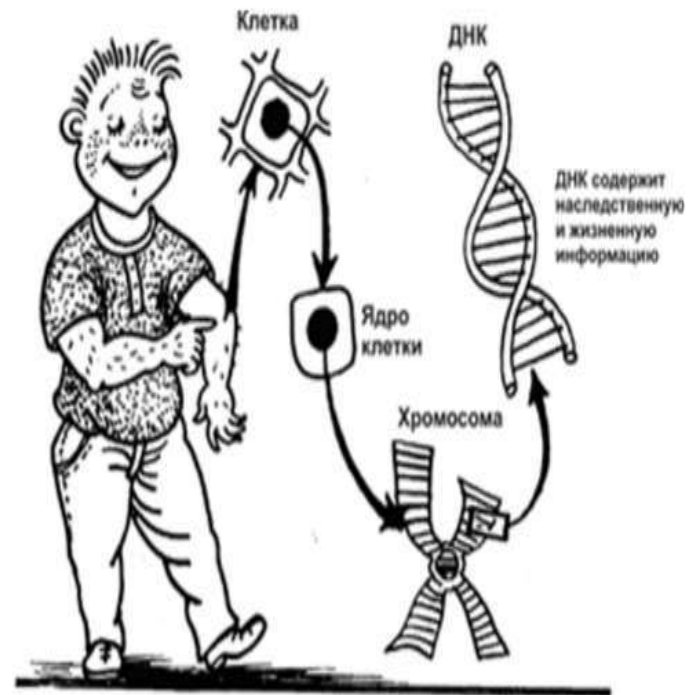
Органи, що піддаються опроміненню



Захист від іонізуючого випромінювання

- Умови безпеки при використанні радіоактивних ізотопів у промисловості передбачають розробку комплексу захисних заходів та засобів не лише стосовно осіб, які безпосередньо працюють з радіоактивними речовинами, але й тих, хто знаходиться у суміжних приміщеннях, а також населення, що проживає поруч з небезпечним підприємством (об'єктом). Засоби та заходи захисту від іонізуючого випромінювання поділяються на: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні.

Біологічна дія іонізуючих випромінювань



Заходи від іонізуючого випромінювання

- Організаційні заходи від іонізуючого випромінювання передбачають забезпечення виконання вимог норм радіаційної безпеки. Приміщення, які призначені для роботи з радіоактивними ізотопами повинні бути ізольовані від інших і мати спеціально оброблені стіни, стелі, підлоги. Відкриті джерела випромінювання і всі предмети, які опромінюються повинні знаходитись в обмеженій зоні, перебування в якій дозволяється персоналу у виняткових випадках, та й то короткочасно. На контейнери, устаткування, двері приміщень та інші об'єкти наноситься попереджувальний знак радіаційної небезпеки (на жовтому фоні - чорний схематичний трилисник).



Безпека



- Санітарно-гігієнічні заходи передбачають: забезпечення чистоти приміщень, включаючи щоденне вологе прибирання; улаштування припливно-витяжної вентиляції з щонайменше п'ятиразовим повітрообміном; дотримання норм особистої гігієни, застосування засобів індивідуального захисту.
- До лікувально-профілактичних заходів належать: попередній та періодичні медогляди осіб, які працюють з радіоактивними речовинами; встановлення раціональних режимів праці та відпочинку; використання радіопротекторів - хімічних речовин, що підвищують стійкість організму до іонізуючого опромінення.

Дозиметр

Дозиметри - прилади, які фіксують:

- потужність радіоактивного випромінювання, або обладнання;
- вимірювальний прилад для вимірювання дози або потужності дози іонізуючого випромінювання отриманої приладом за деякий проміжок часу, наприклад, за період перебування на деякій території або за робочу зміну.

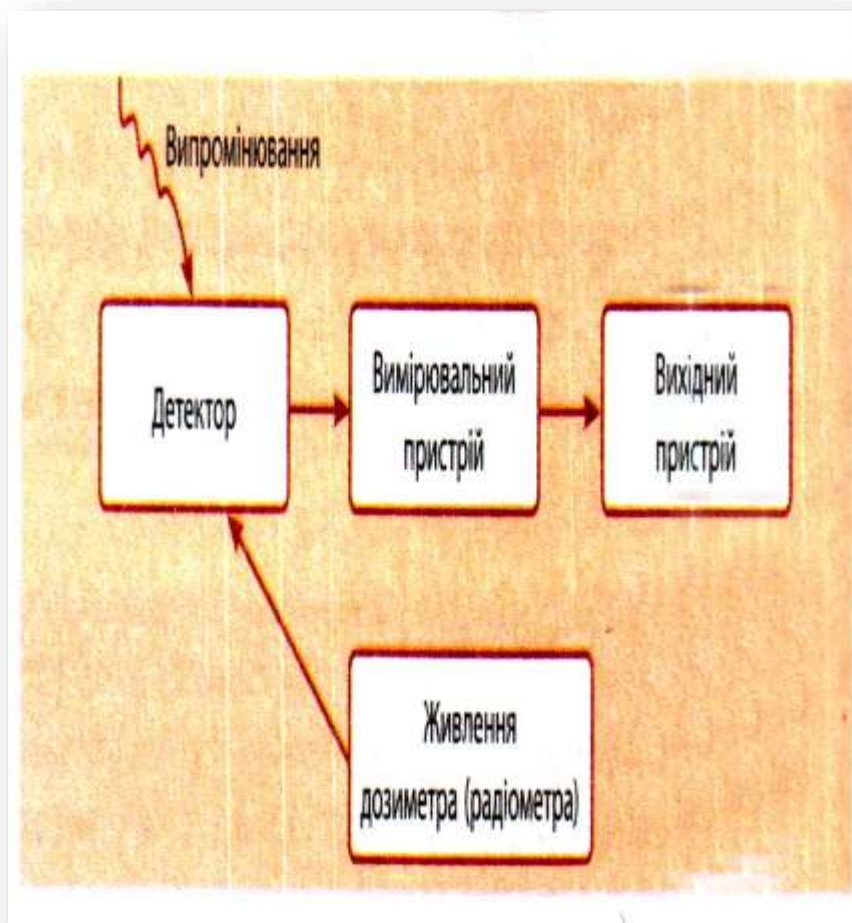


Типи дозиметрів

- Професійний. Можуть вимірювати щільність потоку іонізуючих випромінювань для перевірки на радіоактивність різних предметів.
- Побутовий. Вимірюють потужність дози іонізуючого випромінювання на побутовому рівні з невисокою точністю.
- Індивідуальний. Показує накопичену дозу.
- Промисловий. Встановлюється для безперервного моніторингу радіаційної обстановки.
- Військовий. Розрахований на застосування в умовах воєнних дій, зокрема на роботу в умовах стався ядерного вибуху.

Будова дозиметра

Основною складовою дозиметра є *детектор* - пристрій, що слугує для реєстрації йонізуючого випромінювання. У разі потрапляння йонізуючого випромінювання на детектор виникають електричні сигнали, які зчитуються вимірювальним пристроєм. Дані про дозу випромінювання реєструються вихідним пристроєм (електромеханічним лічильником, звуковим або світловим сигналізатором тощо).



Доза випромінювання

Поглинута доза йонізуючого випромінювання - це фізична величина, яка чисельно дорівнює енергії йонізуючого випромінювання, поглинутій речовиною одиничної маси.

$$D = \frac{E}{m}$$

D – поглинена доза випромінювання;

E – енергія;

m – маса речовини.

Одиниці випромінювання

Поглинута доза
випромінювання вимірюється
греях (Гр): 1 Гр – це така доза
випромінювання, яка надає 1 кг
речовини енергію йонізуючого
випромінювання 1 Дж:

$$1 \text{ Гр} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Рад - позасистемна одиниця поглинутої дози
випромінювання:

$$1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$$

Потужність дози випромінювання

Потужністю дози випромінювання називають випромінювання, поглинуте за одиницю часу.

$$N = \frac{D}{t}$$

N – потужність дози випромінювання;

D – поглинута доза випромінювання;

t – час, за який вона була поглинута.

Потужність дози вимірюють:

$$[N] = \frac{Вт}{кг}$$

$$[N] = \frac{Гр}{с}$$

Експозиційна доза випромінювання

Експозиційна доза випромінювання – міра йонізації повітря, що дорівнює відношенню сумарного електричного заряду йонів одного знака, утвореного йонізуючим випромінюванням, до маси 1 кг повітря.

$$\frac{1 \text{ Кл}}{\text{кг}}$$

Існує позасистемна одиниця – рентген (R):

$$R = 2,58 \times 10^{-4} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$$

Еквівалентна доза випромінювання

Еквівалентна доза йонізуючого випромінювання дорівнює поглинутій дозі D , помноженій на коефіцієнт якості K і використовується для характеристики відносної біологічної ефективності випромінювання.

$$H = K \times D$$

*Коефіцієнти якості деяких видів
йонізуючого випромінювання*

Вид випромінювання	Коефіцієнт якості (K)
α -випромінювання	20
β -випромінювання	1
γ -випромінювання	1
Нейтрони	5–10
Протони	5

Гранично припустима доза опромінення

- Гранично припустима доза опромінення — **0,05 Гр** на рік.
- Доза загального опромінення у **2 Гр** призводить до променевої хвороби.
- Доза в **6-8 Гр** є смертельною.

Радіоактивний захист людини

Найпростіший метод захисту — це ізоляція персоналу від джерела випромінювання на досить велику відстань. Ампули з радіоактивними препаратами не слід брати руками. Треба користуватися спеціальними щипцями з довгою ручкою.

Для захисту від випромінювання використовують перешкоди з поглинаючих матеріалів. Наприклад, захистом від β -випромінювання може бути шар алюмінію товщиною у кілька міліметрів. Найбільш складним є захист від γ -випромінювання і нейтронів через їх велику проникну здатність. Кращим поглиначем γ променів є свинець. Повільні нейтрони добре поглинаються бором і кадмієм. Швидкі нейтрони попередньо уповільнюються за допомогою графіту.

Радіоактивний захист людини

Захист від внутрішнього опромінення вимагає виключення безпосереднього контакту з радіоактивними речовинами у відкритому вигляді та попередження потрапляння їх у повітря робочого простору.

На дверях приміщень, у яких проводиться робота з відкритими джерелами радіоактивного випромінювання, повинен знаходитися знак радіаційної небезпеки - на жовтому фоні три червоних пелюстки.

Особливе значення при роботі з відкритими джерелами радіоактивного випромінювання має особиста гігієна та засоби індивідуального захисту працюючого. В залежності від виду виконуваних робіт і небезпечності цих робіт застосовують спецодяг та респіратори.



Дякую за увагу