

УДК 539.1; 551.521; 577.346

Наталя МАНІЧЕВА, к.т.н., доцент,
Крістіна КОВАЛЕНКО, студент

Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна, e-mail: vmanichev@ukr.net,
lcobajlehlco@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ВИДІВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Анотація. Іонізуюче випромінювання являє собою форму енергії, яка діє шляхом видалення електронів з атомів і молекул матеріалів, що включають повітря, воду та живі тканини. Іонізуюче випромінювання може подорожувати непомітно і проходити крізь ці матеріали, що робить його дуже небезпечним для людей і навколишнього середовища.

Ключові слова: іонізуюче випромінювання, альфа-частинка, бета-частинка, гамма-частинка, нейтронне випромінювання, радіація.

Іонізуюче випромінювання являє собою потік частинок, здатних викликати іонізацію речовин. При іонізації відбувається відрив електрона або кілька електронів від атома, або молекули, які при цьому перетворюються в позитивно заряджені іони. Відірвані від атомів або молекули електрони можуть з'єднуватися іншими атомами, або молекулами, утворюючи негативно заряджені іони.

Розряд зарядженого електрометра, що знаходиться в повітрі, незалежно від якості електричної ізоляційної прилади, зазначив ще Шарль Кулон в 1785 році, але тільки в ХХ столітті вдалося пояснити виявлені закономірності дії космічних променів, що представляють собою один із складових природного іонізуючого випромінювання.

Результатом дії іонізуючого випромінювання називають опроміненням. Незважаючи на різноманіття явищ, які виникають під дією іонізуючого випромінювання, виявилось, що об'єднання може бути охарактеризовано єдиною величиною, що називається дозою випромінювання.

Дія іонізуючого випромінювання в широкому діапазоні доз прихована від відчуттів людей і тому воно є одним із найнебезпечніших факторів впливу (рис. 1).

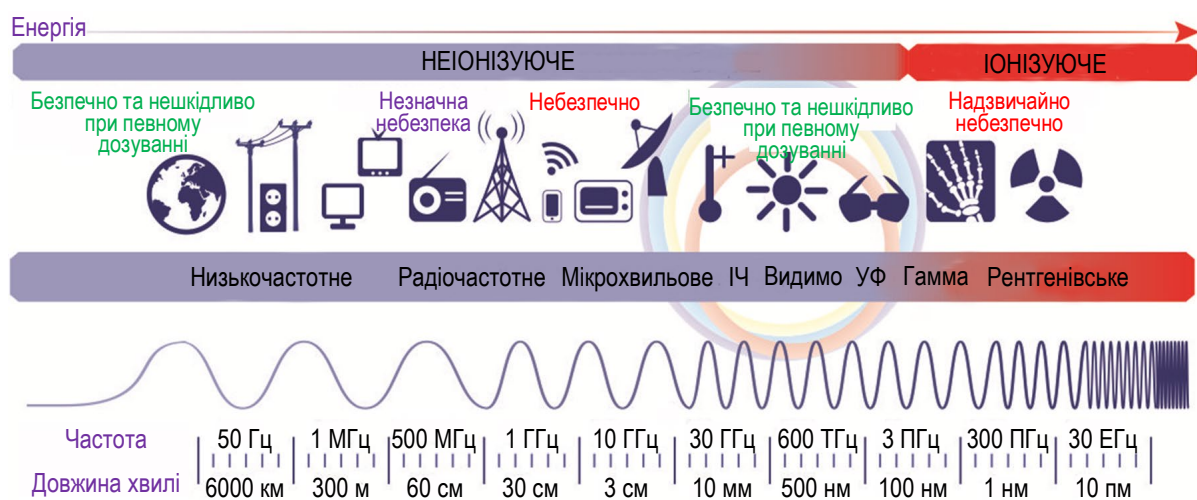


Рис. 1. Іонізуюче та неіонізуюче випромінювання

У побуті та в деяких галузях науки, техніки та медицини іонізуюче випромінювання прийнято називати просто радіацією. Строго кажучи, це не зовсім правильно, т.к. сам по собі термін «радіація» охоплює всі види випромінювання, включаючи найдовші радіохвилі і по-

токи частинок будь-якої малої енергії, а також хвилі деформації в речовині, наприклад, звукові хвилі. Проте вживання слова «радіація» стосовно іонізуючого випромінювання настільки увійшло у звичку, що в науці прижилися терміни, сформовані на його основі, такі як, наприклад, радіологія (наука про медичні застосування іонізуючого випромінювання), радіаційний захист (наука про методи зниження доз опромінення до прийнятних рівнів), природне радіаційне тло, і т.п.

Іонізуюче випромінювання (ІВ) – потік мікрочастинок або електромагнітні поля, здатні іонізувати речовину. У житті, під іонізуючим випромінюванням розуміють проникаючу радіацію – потік гамма-променів та частинок (альфа, бета, нейтронів та ін.).

Це, по суті, потік елементарних частинок, іонів та електромагнітних хвиль, які не видно і не відчуються людиною. Проте, їхня дія може бути підступною. При певному рівні опромінення порушуються біохімічні та фізичні процеси у живих організмах. Ця дія може призвести до променевої хвороби і навіть смерті. Різні види іонізуючого випромінювання розрізняють за їх іонізуючою та проникаючою здатністю.

Найчастіше іонізуючі випромінювання поділяють на (рис. 2):

- корпускулярне іонізуюче випромінювання (альфа-, бета-, нейтронне);
- електромагнітне (фотонне) іонізуюче випромінювання (гамма-, рентгенівське) [1].

Корпускулярне ІВ складається з частинок речовини – елементарних частинок та іонів, у т.ч. ядер атомів. Корпускулярне ІВ ділять на:

- заряджені частинки, зокрема,
- легкі заряджені частинки (електрони та позитрони);
- важкі заряджені частинки (мюони, піоні та інші мезони, протони, заряджені гіперони, дейтрони, альфа-частинки та інші іони);
- електрично нейтральні частки (нейтрино, нейтральні піони та інші мезони, нейтрони, нейтральні гіперони).

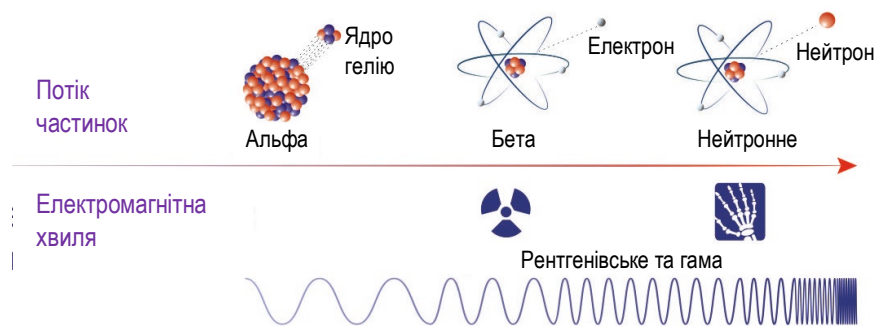


Рис. 2. Іонізуюче випромінювання

Альфа-випромінювання (потік ядер гелію, що виникає в результаті альфа розпаду ядер елементів) має високу іонізуючу, але слабку проникаючу здатність: пробіг альфа-частинок у сухому повітрі за нормальних умов не перевищує 20 см, а в біологічній тканині – 260 мкм. Тобто шар повітря 9...10 см, верхній одяг, гумові рукавички, марлеві пов'язки, навіть папір повністю захищає організм від зовнішніх потоків альфа-частинок (рис. 3).

Попадання джерел альфа-частинок всередину організму з повітрям, водою та їжею вже є дуже небезпечним.

Бета-випромінювання (потік електронів або позитронів, що виникає в результаті бета-розпаду ядер) має меншу іонізуючу здатність, ніж альфа-випромінювання, але більшу проникну здатність. Оскільки максимальні енергії бета-частинок не перевищують 3 МеВ, то від них гарантовано захистить оргскло завтовшки 1,2 см або шар алюмінію в 5,2 мм. А ось на прискорювачі з максимальною енергією електронів 7 МеВ від електронів захистить шар алюмінію 1,5 см, або шар бетону шириною 2 см (рис. 4).

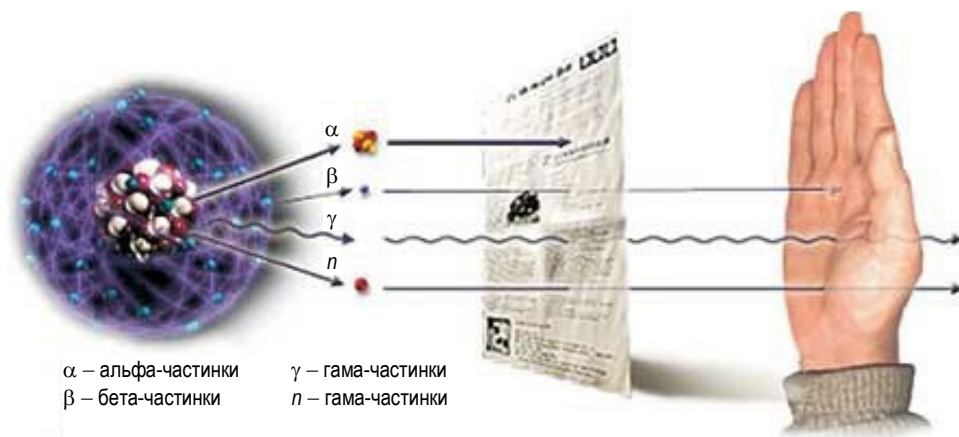


Рис. 3. Бумага затримує тільки α -випромінювання

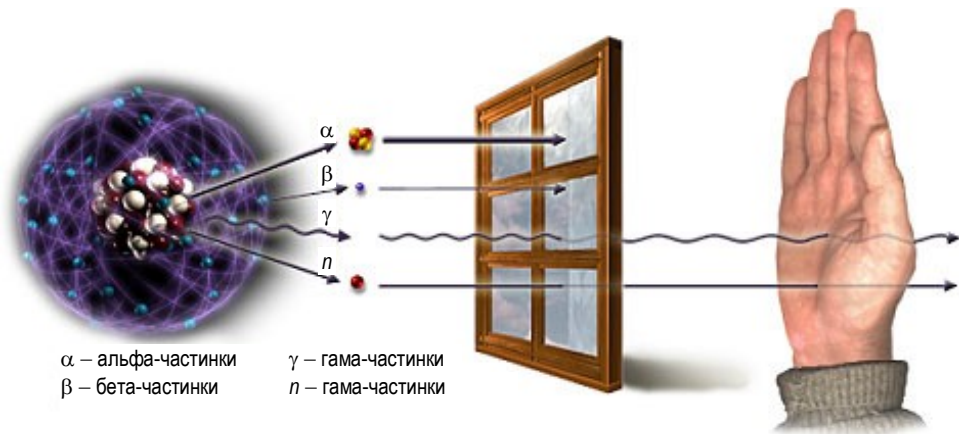


Рис. 4. Скло затримує α и β -випромінювання

Гамма-випромінювання – супутнє ядерним перетворенням електромагнітне випромінювання. Сьогодні до гамма-випромінювання відносять також тверде рентгенівське випромінювання. Має дуже високу проникаючу здатність. Убезпечити себе від гамма-випромінювання практично неможливо, проте можна послабити його до прийняттого рівня. Захисні засоби, що мають екрануючу дію від такого роду радіації, виконуються зі свинцю, чавуну, сталі, вольфраму та інших металів з високим порядковим номером (рис. 5).

Інтенсивність гамма-променів (Cs-137) зменшують у два рази сталь завтовшки 2,8 см., бетон – 10 см., ґрунт – 14 см., дерево – 30 см.

Нейтронне випромінювання – потік нейтронів – важких частинок, що входять до складу ядра. Для захисту від цього випромінювання можна використовувати притулки, протирадіаційні укриття, дообладнані підвали та погребі. Потоки нейтронів, як і потоки гамма-випромінювання, неможливо повністю екранувати. Швидкі нейтрони спочатку треба уповільнити у воді, поліетилені, парафіні, можна в бетоні, а потім їх необхідно поглинути, наприклад, в кадмієвій фользі, за якою повинен стояти достатній шар свинцю, щоб екранувати високоенергетичне гамма, що виникає при захопленні нейтронів ядрами. Тому захист від нейтронів, як правило, робиться комбіновано (рис. 6) [2].

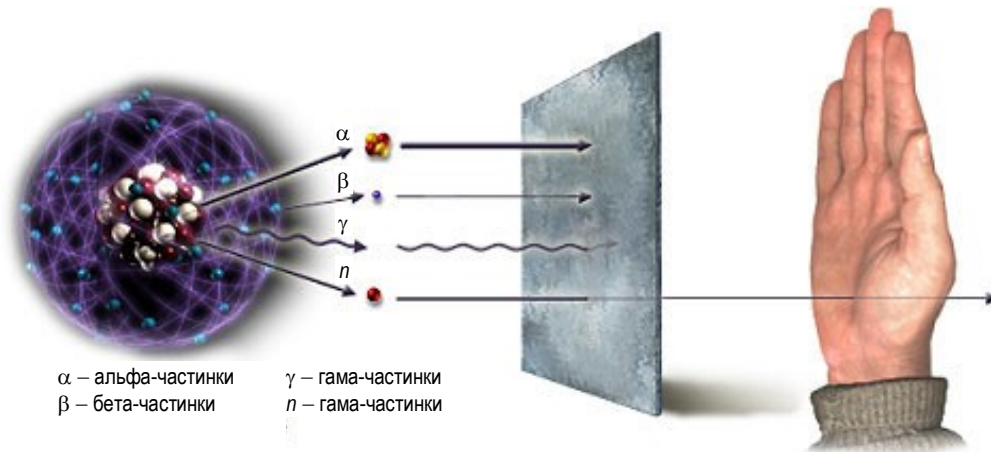


Рис. 5. Сталь затримує α , β та γ -випромінювання

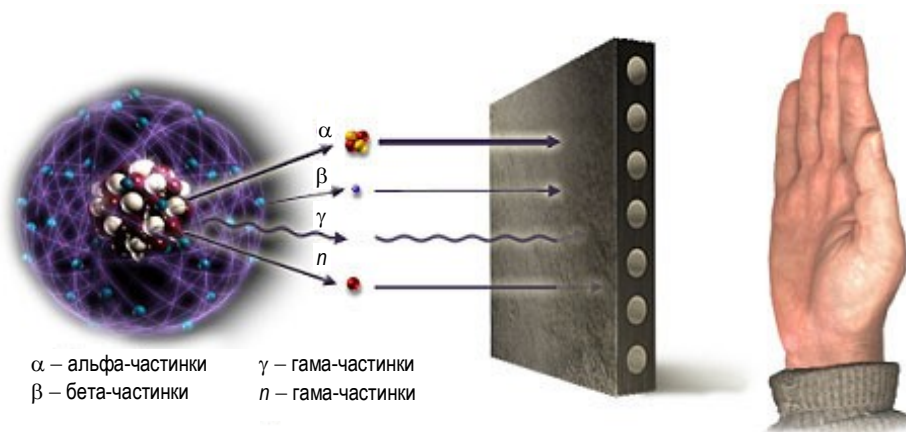


Рис. 6. Свинець затримує усі види випромінювання

Джерела іонізуючих випромінювань. Джерела іонізуючих випромінювань залежно від їхнього походження поділяють на *штучні* та *природні*.

Природними джерелами є:

- космічне випромінювання;
- гамма-випромінювання від земних порід, продукти розпаду радону та торію в повітрі;
- різні радіонукліди в їжі.

Космічне випромінювання є потік протонів (90%) та альфа-частинок (ядер атомів гелію, близько 10%). Приблизно 1% космічного випромінювання становлять нейтрони, фотони, електрони, а також ядра легких хімічних елементів, таких як літій, берилій, бор, вуглець, азот, кисень та ін. Джерелами утворення космічного випромінювання є зоряні вибухи в Галактиці та сонячні спалахи. Сонячне космічне випромінювання не призводить до помітного збільшення потужності дози випромінювання на поверхні Землі. Це з наявністю *озонового шару*.

Земними джерелами випромінювань є понад 60 природних радіоактивних речовин і радіонуклідів, у тому числі 32 урано-радієвих і торієвих рядів, близько 12 радіоактивних довгоживучих ізотопів, що не входять в ці ряди (калій-40, рубідій-87, кальцій-48 та ін.).

Радіонукліди – це радіоактивні ізотопи різних елементів, у яких відбувається мимовільний розпад атомних ядер внаслідок їхньої внутрішньої нестійкості та випромінювання внаслідок цього іонізуючих випромінювань, а саме явище розпаду ядер називається *радіоак-*

тивністю. Швидкість розпаду радіонуклідів визначається константою розпаду чи *періодом напіврозпаду*. За одиницю радіоактивності прийнято Беккерель (Бк), що дорівнює одному розпаду в 1 секунду. Позасистемна одиниця виміру радіоактивності – Кюрі (Ки).

Значення величини потужності експозиційної дози з допомогою природного фону більшості районів земної кулі коливаються не більше від 4 до 12 мкР/ч. Річна доза опромінення людей у цих районах становить 30...100 мбер (0,03...0,1 бер).

До радіонуклідів, що надходять в організм з водою, харчовими продуктами та інгаляційним шляхом, крім радону відносяться ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{40}K , торон. ^{40}K надходить в організм людини з їжею, він є основним джерелом внутрішнього опромінення, крім продуктів розпаду радону. Зміст ^{40}K в організмі людини залежить від м'язової маси, так воно в 2 рази вище у молодих чоловіків, ніж у жінок похилого віку. У середньому людина отримує близько 100 мкЗв/рік за рахунок калію-40, який засвоюється організмом разом із нерадіоактивним калієм, необхідним для життєдіяльності. Нукліди свинцю-210, полонію-210 концентруються в рибі та молюсках. Жителі північних районів, що харчуються м'ясом північного оленя, теж піддаються вищому опроміненню, тому що лишайник, основна їжа цих тварин, концентрує у собі значну кількість ізотопів полонія та свинцю. Дози внутрішнього опромінення у разі від полонію-210 в 35 разів перевищують середньорічну. А в іншій півкулі люди, що живуть у Західній Австралії в місцях з підвищеною концентрацією урану, отримують дози опромінення, що у 75 разів перевершують середній рівень, тому що їдять м'ясо та трібуху овець і кенгуру.

Штучні джерела – це рентгенівські та гамма-установки в медицині та промисловості, АЕС, викиди радіоактивних відходів та ін. Вони поділяються на:

1. *Медичні:*

- рентгенодіагностика;
- радіонуклідна діагностика.

2. *Виробничі:*

- ядерна енергетика.
- професійне опромінення.
- випробування ядерної зброї [3].

Висновки: Таким чином, на даний момент відомо 4 типи іонізуючого випромінювання, найнебезпечнішим з яких є нейтронне випромінювання. Воно має найбільшу проникну здатність та потребує негайного захисту від нього людини та навколишнього середовища. На сьогодні найнадійнішими матеріалами задля захисту від усіх типів випромінювання є бетон та свинець, тому при загрозі опромінення слід залишатися у спеціальних протирадіаційних спорудах та сховищах.

Література

1. Источники и виды ионизирующих излучений и радиации [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<https://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/istochniki-ioniziruyushchih-izlucheniya.html>>.

2. Что такое ионизирующее излучение [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<https://ru.polimaster.com/resources/radiation-basics/types-of-ionizing-radiation>>.

3. Чрезвычайные ситуации, связанные с действием ионизирующих излучений [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.volgmed.ru/uploads/files/2014-1/25286-chrezvychajnye_situacii_svyazannye_s_dejstviem_ioniziruyucshih_izlucheniya.pdf>.