

РАДІОАКТИВНІСТЬ. ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ

Ткачик Юлія, н.к.- Захарко Л. Г

Криворізький коледж економіки та управління ДВНЗ ім. Вадима Гетьмана

Відкриття і практичне використання ядерної енергії породило багато проблем. З кожним роком розширюється сфера контактів людства і усього живого з іонізуючим випромінюванням. Однією з найважливіших проблем сьогодення є можливість додаткового опромінення як окремих людей, так і населення Землі загалом. Якщо протягом тисячоліть на всі живі організми діяв лише природний радіаційний фон і все живе на Землі пристосовувалось до його звичайного рівня, то в недалекому майбутньому виникне реальна загроза багатократного його збільшення внаслідок діяльності людини. Вже сьогодні через забруднення атмосфери й ґрунту радіоактивними продуктами експериментальних ядерних вибухів й атомної енергетики, значне поширення медичної діагностики і променевого лікування, використання нових будівельних матеріалів, опромінення людини від природних і штучних джерел радіації збільшилось більше, ніж удвічі. Це активізує вивчення біологічного впливу радіації усе ширшим колом осіб.

Якщо до аварії на Чорнобильській АЕС слово «радіація» ще було абстрактним поняттям для широких верств населення та й для багатьох фахівців різних галузей, то тепер воно набуло реального і повсякденного значення. Тому проблема даного дослідження носить в сучасних умовах актуальний характер. Актуальність даної роботи зумовлена зацікавленістю до теми як з точки зору теоретичного, так і практичного значення.

В роботі розглянуті теоретичні аспекти явища радіоактивності, дії іонізуючого випромінювання на живі організми, джерела радіації та основні методи й засоби захисту людини від радіаційних уражень.

В першому розділі дається характеристика радіоактивних перетворень, а також розглядаються особливості взаємодії різних типів радіоактивних випромінювань з речовинами.

α - частинки випускаються ядрами радіоактивних елементів під час природної радіоактивності і мають енергію від 4 до 9 МеВ. Викинуті з ядер з великою початковою швидкістю (до 20 000 км/с) α -частинки витрачають енергію на іонізацію атомів речовини, які зустрічаються на їх шляху (в середньому 50 000 пар іонів на 1 см шляху), і зупиняються. Якщо довжина вільного пробігу α - частинки у повітрі становить від 2 до 12 см, то в твердих речовинах і рідинах - лише кілька мікрометрів. Тому α -частинки затримуються тонкою металевою фольгою і навіть простим папером.

β - частинки мають енергію приблизно від 0,01 до 2,3 MeV, рухаються із швидкістю світла. На своєму шляху створюють у середньому 50 пар іонів на 1 см шляху і не так швидко витрачають свою енергію, як α - частинки. Щоб затримати

β - випромінювання потрібний шар металу товщиною близько 3 мм.

γ - випромінювання належить до електромагнітного випромінювання з довжиною хвилі меншою за 0,01 нм, енергія γ - кванта змінюється приблизно від 0,02 до

2,6 MeV. Фотони γ - випромінювання поглинаються в одному або в декількох актах взаємодії з атомами речовини, викликаючи при цьому появу вторинних електронів. Вторинні електрони проводять іонізацію атомів оточуючого середовища. Частково гамма-випромінювання затримується лише товстою свинцевою (товщиною понад 20 см) або бетонною плитою.

В дозиметрії користуються величинами, які кількісно характеризують радіоактивну властивість речовини і спричинені дією радіації ефекти: активність, експозиційна доза випромінювання, поглинена доза випромінювання, еквівалентна доза опромінення.

Відкриття радіоактивності і можливість штучного перетворення ядер сприяло розробці методів і техніки вимірювання радіоактивності елементів.

Радіація існувала задовго до появи людини і супроводжує людину від її народження до смерті. Людина зовсім позбавлена органів чуттів, який би давав хоча б якусь інформацію щодо рівня радіації. Для виявлення радіоактивних випромінювань людині довелося винайти спеціальні прилади, без яких ніяк не можна судити ані про рівень радіації, ані про небезпеку, яку вона в собі несе. . Розглядаються принцип дії газорозрядних і сцинтиляційних лічильників і дозиметричних приладів

Усі види радіоактивного випромінювання супроводжуються звільненням різної кількості енергії та різною проникною здатністю, тож вони чинять різний вплив на живі організми й екосистеми взагалі.

Основним джерелом радіаційної небезпеки для людини є гамма- випромінювання внаслідок їх великої проникної здатності.

В розділі II « Вплив радіаційного випромінювання на живі організми » висвітлюється питання джерел іонізуючого випромінювання. Радіоактивне випромінювання, що його постійно зазнає людина внаслідок дії природних джерел радіації (космічні, сонячні промені, земне випромінювання) називають природним радіаційним фоном. Він існував завжди – з моменту утворення нашої планети й до теперішнього часу. Людина, як і будь – який інший організм, постійно перебуває під дією природного радіаційного фону, який є постійно діючим

чинником навколишнього середовища, обумовленим космічним випромінюванням, випромінюванням земної кори, повітря, води, продуктів харчування та живих організмів. Космічне випромінювання у складі природного радіаційного фону формується потоком частинок високих енергій галактичного й сонячного походження.

За даними Наукового Комітету ООН з питань дії атомної радіації (НКДАР), радіоактивне опромінення людини, спричинене дією природних джерел радіоактивності, становить близько 83 % усієї радіації, отриманої людиною. Решта 17 % опромінення людини спричиняється техногенними джерелами радіоактивності.

Штучними джерелами іонізуючого випромінювання є ядерні вибухи, ядерні установки для виробництва енергії, ядерні реактори, прискорювачі заряджених частинок, рентгенівські апарати та установки, аранова промисловість, місця переробки та захоронення радіоактивних відходів. Дається характеристика основних штучних джерел іонізуючого випромінювання.

Детально розглядається біологічна дія іонізуючого випромінювання, наводяться приклади доз випромінювання, які спричиняють ураження окремих частин тіла людини.

В дослідницькій роботі приділяється увага питанню радіаційних ризиків.

Кожна людина повинна знати, який є зв'язок між потужністю експозиційної дози випромінювання (ПЕД), що регулярно оприлюднюється в засобах масової інформації, та еквівалентною дозою опромінення, яка є визначальною для оцінювання шкоди, завданої людині радіацією.

Візьмемо, для прикладу, потужність експозиційної дози випромінювання в Кривому Розі , яка становить 12 – 16 мкР/ год, (в середньому для міста – 14 мкР/ год) .

Розрахуємо еквівалентну дозу опромінення , отриману в нашому місті людиною протягом одного року.

1) Експозиційна доза випромінювання, викинута в місті протягом однієї доби, дорівнює:

$$ED(\text{доба}) = 14(\text{ мкР/год }) \cdot 24 \text{ год} = 336 \text{ мкР}.$$

2) Експозиційна доза випромінювання, викинута в даному населеному пункті пртягом одного року, дорівнює:

$$ED(\text{рік}) = 336 \text{ мкР} \cdot 365 = 122640 \text{ мкР} = 0,123 \text{ Р}.$$

3) Припустимо, що вся радіація, викинута в Кривому Розі протягом року, йде на ушкодження організму людини (має місце лише біологічний ефект радіації) .

Тоді має місце перехід $ED(\text{рік}) \rightarrow H(\text{рік})$. Оскільки $ED(\text{рік}) = 0,123 \text{ Р}$, запишемо еквівалентну дозу опромінення рівною $H(\text{рік}) = 0,123 \text{ бер}$ (бер – це біологічний еквівалент рентгена).

4) у Міжнародній системі одиниць SI в якості одиниці еквівалентної дози опромінення замість бер використовують зіверт, при цьому $1 \text{ Зв} =$

100 бер . Шукана величина еквівалентної дози опромінення дорівнює:

$$H(\text{рік}) = 0,00123 \text{ Зв} = 1,23 \text{ мЗв} (\text{ на рік })$$

За висновком Міжнародної Комісії з радіоактивного захисту шкідливі ефекти можуть проявлятися за еквівалентних доз опромінення не менше, ніж $1,5 \text{ Зв}$, отриманих протягом року, а у випадку короткотривалого опромінення – за доз понад $0,5 \text{ Зв}$.

Наслідком радіаційного опромінення є променева хвороба. Розрізняють гостру і хронічну форми цієї хвороби. Хронічна променева хвороба розвивається внаслідок довготривалого опромінення організму малими (від 1 мЗв до 5 мЗв на добу) дозами радіації після накопичення сумарної дози $0,7 \dots 1,0 \text{ Зв}$. Гостра променева хвороба спричиняється однократним інтенсивним опроміненням від $1-2 \text{ Зв}$ до дози понад 6 Зв .

Виконані розрахунки еквівалентної дози опромінення для Кривого Рогу показують, що дози, які отримує людина за звичайних умов у нашому місті, на щастя, є значно нижчими, ніж ті, що викликають променеву хворобу.

Потужність еквівалентної дози, спричиненої природним випромінюванням від $0,44$ до $1,75 \text{ мЗв}$ на рік.

Під час медичної діагностики процедур (рентгенівські дослідження, променева терапія тощо) людина отримує ще приблизно $1,4 \text{ мЗв}$ щороку.

Додамо, що у будівельних матеріалах (цеглі, бетоні) у невеликих дозах також присутні радіоактивні елементи. Через це доза опромінення зростає ще на $1,5 \text{ мЗв}$ протягом року. Нарешті, внаслідок викидів сучасних теплових електростанцій, які працюють на вугіллі, а також під час польотів на літаку людина отримує ще до 4 мЗв на рік. Сумарно існуючий природний радіаційний фон, посилений антропогенною діяльністю, може сягати 10 мЗв на рік, але у середньому він не перевищує 5 мЗв на рік. Такі дози опромінення практично є нешкідливими для людини.

Для фактологічної оцінки шкідливості радіоактивного випромінювання використовують таку характеристику як ризик. Під ризиком, зазвичай, розуміють імовірність нанесення шкоди здоров'ю або життю людини протягом певного відрізка часу (як правило протягом

одного календарного року), розраховуючи її за формулою відносної частоти настання небезпечної випадкової події в сукупності всіх можливих подій:

$$R = n/N, \quad (1)$$

де n – кількість подій зі смертельним наслідками; N – максимальна кількість однотипних подій.

Як правило, ризик R подається у вигляді, який називається стандартною формою запису числа:

$$R = \alpha \cdot 10^n,$$

Де $1 \leq \alpha < 10$ – це основа числа, а n – це порядок числа R .

Основним проявом шкоди, спричиненої радіоактивним випромінюванням, є захворювання людини на рак.

Оцінимо радіаційні ризики для жителів нашого міста, де ПЕД становить в середньому 14 мкР/год.

1. Загальний ризик онкозахворювання $R(\text{онко})$ розрахуємо, користуючись таблицею :

$$R(\text{онко}) = (1,25 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}) \cdot H = (1,25 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}) \cdot 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ Зв} = 1,54 \cdot 10^{-5}$$

2. Розрахуємо ризик захворювання на рак щитовидної залози:

$$R(\text{щитов.}) = 0,008 \text{ Зв}^{-1} \cdot H = 0,008 \text{ Зв}^{-1} \cdot 0,00123 \text{ Зв} = 9,8 \cdot 10^{-6}$$

3. Розрахуємо ризик передчасної смерті внаслідок захворювання на рак щитовидної залози

$$R_{\text{см}}(\text{щит.}) = 0,001 \text{ Зв}^{-1} \cdot 0,00123 \text{ Зв} = 1,2 \cdot 10^{-6}$$

Отримані дані свідчать, що ризики радіаційних уражень, зумовлених наявністю природного радіаційного фону, не є визначальним у структурі небезпек. Слід пам'ятати, що безпеку здоров'ю людини та її життю становлять лише рукотворні джерела радіації.

Оцінимо, скориставшись формулою (1) і розрахованими числовими значеннями радіаційних ризиків, для Кривого Рогу із населенням 703 000 осіб, де середнє значення ПЕД становить 14 мкР/год :

- 1) прогнозовану кількість осіб, що захворіють протягом року на рак щитовидної залози $n_{\text{хвор}}(\text{щит.})$. Розрахунки робимо за формулою:

$$n = R \cdot N.$$

$$n_{\text{хвор}}(\text{щит.}) = 9,8 \cdot 10^{-6} \cdot 703000 = 6,9, \text{ тобто } 6-7 \text{ осіб.}$$

- 2) прогнозовану кількість осіб, що передчасно помруть протягом одного року внаслідок захворювання на рак щитовидної залози $n_{\text{см}}(\text{щитов.})$:

$$n_{\text{см(щит.)}} = 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot 703\,000 = 0,9, \text{ тобто } 1 \text{ особа.}$$

Ризики передчасної смерті людини, спричинені дією радіації, є прямо пропорційними еквівалентній дозі опромінення.

Сьогодні люди значно краще усвідомлюють, що для цілеспрямованого використання іонізуючих, насамперед, радіоактивних, випромінювань, так і для розробки засобів захисту проти їхнього шкідливого впливу необхідно багато чого знати та вміти.

Незважаючи на те, що від часу відкриття явища радіоактивності (1896 р.) минуло чимало років, ми ще не зовсім розуміємо, як саме у живому організмі виникають радіаційно-індуковані ефекти.

Проблема взаємодії ядерних випромінювань із живою природою має кілька рівнів складності. По-перше, надзвичайно складною є сама фізика проходження випромінювання крізь речовину будь-якої природи. По-друге, сама структура живої матерії, її атомна й електронна будова є надзвичайно вигаданими, і проаналізувати з достатньою точністю вплив проникаючої радіації на живу речовину вдається дуже рідко. Через складну будову живих систем їхній відгук на дію іонізуючого випромінювання стає неоднозначним – у самому об'єкті опромінення може виникнути безліч різних ефектів.