

ЛЕКЦІЯ 7

РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ

Вплив радіоактивного випромінювання особливо небезпечний для організмів. В результаті експериментів на тваринах та вивченні наслідків опромінення людей при атомних вибухах у Хіросімі та Нагасакі, а пізніше в Чорнобилі, було доведено, що гостра біологічна дія радіації виявляється у вигляді променевої хвороби і часто призводить до смерті. Хронічна радіаційна дія на людину десятками БЕР (біологічний еквівалент рентгену) щорічно протягом кількох років також призводить до променевої хвороби, уражень шкіри, кристалика ока, кровотворного кісткового мозку, до виникнення різних типів мутацій - змін спадковості в рослин, тварин і людини. Нині захист організму людини та живої складової біосфери від радіоактивного опромінення в зв'язку із зростаючим радіоактивним забрудненням планети став однією з найактуальніших проблем екологічної науки.

Всі види флори та фауни Землі протягом мільйонів років виникали та розвивалися під постійним впливом природного радіаційного фону і пристосувалися до нього. Середні величини природного фону становлять 10 - 20 мікрорентген за годину, хоча в деяких місцях планети, там, де на поверхню виходять радіоактивні кристалічні породи, природний фон може сягати 200 - 400 мкР/ год (деякі райони Бразилії, Південної Африки) і навіть 1200 мкР/ год (узбережжя штату Керала в Індії). Значна частина території нашої країни також розміщена на виходах Українського кристалічного щита, тому природний радіаційний фон тут теж підвищений.

Проте штучно створені радіоактивні речовини, ядерні реактори та устаткування сконцентрували незнані раніше в природі дози іонізуючого випромінювання, до чого живі організми виявилися непристосованими.

Основна маса радіоактивних відходів, які містять природні радіонукліди (U, Th, Ra, Rn, Po), утворюється під час добування і переробки

уранових руд, а штучні радіонукліди - при переробці опроміненого палива на радіохімічних заводах.

Нині головними джерелами радіоактивних забруднень біосфери є радіоактивні аерозолі, які потрапляють у атмосферу під час випробувань ядерної зброї, аварій на АЕС та радіоактивних виробництвах, а також радіонуклідів, що виділяються з радіоактивних відходів, відпрацьованих атомних реакторів, устаткування, захоронених на суші й у морі. Радіоактивні опади залежно від розміру часток і висоти виносу в атмосферу мають різні темпи осідання та радіус поширення.

Під час аварій атомних реакторів, розгерметизації захоронень радіоактивних відходів радіаційний бруд розповзається на десятки й сотні кілометрів, внаслідок наземних ядерних вибухів - по всій планеті.

Різні організми мають неоднакову стійкість до дії радіоактивного опромінення. Навіть клітини одного організму мають різну чутливість. Кінцевий результат опромінення (крім віддалених наслідків), залежить не стільки від повної дози, скільки від часу її дії та характеру розподілу. Це пов'язано з тим, що в організмі у відповідь на опромінення, як і на інші подразники середовища, включаються захисні механізми системи адаптації чи компенсації, які мають забезпечити стабільність внутрішнього середовища (гомеостаз) організму і відновити втрачені функції. Результат залежить від співвідношення кількості ушкоджених тканин і захисно-відновної здатності організму.

Важко переоцінити трагічні наслідки Чорнобильської катастрофи, що стала для України фатальним фактором загрози генетичному здоров'ю нації.

Радіоактивні продукти - альфа-, бета- і гамма-випромінювачі - створили високий радіаційний фон і спричинили зовнішнє опромінення людей. Багато з них потрапили в організм через органи дихання, травлення, шкіру. Відразу після аварії основним радіонуклідом був радіоактивний йод-131, що є одним з найбільш токсичних радіонуклідів і нагромаджується у щитовидній залозі, а потім з її гормонами здійснює кругообіг в організмі та

частково виводиться через нирки. Це короткоживучий ізотоп з періодом піврозпаду 9 днів. На даний час найбільша частка радіоактивних забруднень припадає на відносно довго живучий цезій-137, яким разом із стронцієм-90 та плутонієм забруднено значні площі у Київській, Житомирській, Рівненській, Черкаській та Вінницькій областях. Радіоактивний цезій відкладається переважно у м'язах, піддаючи організм рівномірному опроміненню. Дуже небезпечним елементом є плутоній, який поглинається організмом і викликає дуже важкі захворювання.

Ядерні випробування

Йдеться про детонацію різної експериментальної ядерної зброї, головним чином для розробки військової зброї. Ядерні вибухи також проводились з метою копання свердловин, видобування палива або побудови певної інфраструктури.

Ядерні випробування можуть бути атмосферними (в атмосфері Землі), стратосферними (поза атмосферою планети), підводними та підземними. Атмосферні є найбільш забруднюючими, оскільки вони виробляють велику кількість радіоактивних дощів, які розсіюються на кілька кілометрів.

Радіоактивні частинки можуть забруднювати джерела води і потрапляти в землю. Ця радіоактивність може досягати різних трофічних рівнів через харчові ланцюги і впливати на сільськогосподарські культури і, таким чином, досягати людей.

Однією з основних форм непрямого радіоактивного забруднення є молоко, саме тому воно може впливати на дітей.

З 1945 р. У всьому світі було проведено близько 2000 ядерних випробувань. У конкретному випадку Південної Америки радіоактивні випадіння в основному вразили Перу та Чилі.

Генератори ядерної енергії (ядерні реактори)

В даний час багато країн використовують ядерні реактори як джерело енергії. Ці реактори виробляють контрольовані ядерні ланцюгові реакції, як правило, шляхом ділення ядра (руйнування атомного ядра).

Забруднення відбувається переважно внаслідок витоку радіоактивних елементів з атомних електростанцій. З середини 1940-х років існують екологічні проблеми, пов'язані з атомними електростанціями.

Коли в ядерних реакторах відбуваються витоки, ці забруднюючі речовини можуть рухатися на сотні кілометрів по повітря, спричиняючи забруднення води, землі та джерел їжі, які вплинули на сусідні громади.

Радіологічні аварії

Як правило, вони виникають у зв'язку з промисловою діяльністю через неправильне поводження з радіоактивними елементами. У деяких випадках оператори не працюють належним чином з обладнанням, і в навколишнє середовище можуть виникати витоки.

Іонізуюче випромінювання може створюватися, завдаючи шкоди промисловим працівникам, обладнанням або потрапляючи в атмосферу.

Видобуток урану

Уран - елемент, що міститься в природних родовищах різних районів планети. Цей матеріал широко використовується як сировина для виробництва енергії на атомних електростанціях.

При експлуатації цих родовищ урану утворюються залишкові радіоактивні елементи. Вироблені відходи викидаються на поверхню, де вони накопичуються, і можуть бути розпорошені вітром або дощем.

Вироблені відходи утворюють велику кількість гамма-випромінювання, що дуже шкідливо для живих істот. Крім того, виробляється високий рівень радону, і може відбуватися забруднення джерел води на рівні підземних вод вимиванням.

Радон є основним джерелом забруднення робітників цих шахт. Цей радіоактивний газ можна легко вдихати і вторгуватися в дихальні шляхи, викликаючи рак легенів.

Медична діяльність

Радіоактивні ізотопи утворюються в різних сферах застосування ядерної медицини, які потім потрібно відкинути. Лабораторні матеріали та стічні води, як правило, забруднені радіоактивними елементами.

Подібним чином обладнання для радіотерапії може генерувати радіоактивне забруднення як для операторів, так і для пацієнтів.

Радіоактивні матеріали в природі

Радіоактивні матеріали в природі (NORM) зазвичай можна знайти в навколишньому середовищі. Як правило, вони не виробляють радіоактивного забруднення, але різні дії людини, як правило, концентрують їх, і вони стають проблемою.

Деякі джерела концентрації матеріалів NORM - це спалювання мінерального вугілля, палива на нафтовій основі та виробництво добрив.

У місцях спалення сміття та різних твердих відходів може відбуватися накопичення калію₄₀ і радону₂₂₆. У районах, де вугілля є основним паливом, ці радіоізотопи також присутні.

Фосфатна гірська порода, яка використовується як добриво, містить високий вміст урану і торію, тоді як радон і свинець накопичуються в нафтовій промисловості.

Наслідки

Про довкілля

Джерела води можуть бути забруднені радіоактивними ізотопами, впливаючи на різні водні екосистеми. Подібним чином ці забруднені води споживаються різними організмами, які зазнають впливу.

Коли відбувається забруднення ґрунту, вони збіднюються, втрачають свою родючість і не можуть використовуватися в сільськогосподарській діяльності. Крім того, радіоактивне забруднення впливає на харчові ланцюги в екосистемах.

Таким чином, рослини забруднюються радіоізотопами через ґрунт, і вони переходять до рослиноїдних. Ці тварини можуть зазнати мутацій або загинути в результаті радіоактивності.

На хижаків впливає знижена доступність їжі або забруднення внаслідок споживання тварин, завантажених радіоізотопами.

Про людей

Іонізуюче випромінювання може завдати людині смертельної шкоди. Це відбувається тому, що радіоактивні ізотопи пошкоджують структуру ДНК, з якої складаються клітини.

Радіоліз (розкладання радіацією) відбувається в клітинах як ДНК, так і води, що в них міститься. Це призводить до загибелі клітин або виникнення мутацій.

Мутації можуть спричинити різні генетичні відхилення, які можуть призвести до спадкових дефектів або захворювань. Серед найпоширеніших захворювань є рак, особливо щитовидної залози, оскільки він фіксує йод.

Так само може впливати на кістковий мозок, що спричиняє різні типи анемії та навіть лейкемії. Крім того, імунна система може бути ослаблена, що робить її більш чутливою до бактеріальних та вірусних інфекцій.

Серед інших наслідків - безпліддя та вади розвитку плодів матерів, що зазнали радіоактивності. У дітей можуть бути проблеми з навчанням і зростанням, а також невеликий мозок.

Профілактика

Радіоактивне забруднення дуже важко контролювати, коли воно виникає. Ось чому зусилля повинні бути зосереджені на профілактиці.

Радіоактивні відходи

Поводження з радіоактивними відходами є однією з основних форм запобігання. Вони повинні бути організовані відповідно до правил безпеки, щоб уникнути забруднення людей, які з ними працюють.

Радіоактивні відходи слід відокремлювати від інших матеріалів і намагатися зменшити їх об'єм, щоб було легше поводитися з ними. У деяких

випадках ці відходи переробляють, щоб перетворити їх у більш керовані тверді форми.

Згодом радіоактивні відходи слід розміщувати у відповідних контейнерах, щоб уникнути забруднення навколишнього середовища.

Контейнери зберігаються в ізольованих місцях з протоколами безпеки, або вони також можуть бути поховані глибоко в морі.

Атомні електростанції

Одним з основних джерел радіоактивного забруднення є атомні електростанції. Тому рекомендується будувати їх принаймні на 300 км від міських центрів.

Важливо також, щоб працівники АЕС були належним чином навчені користуватися обладнанням та уникати аварій. Також рекомендується, щоб населення поблизу цих об'єктів було обізнане про можливі ризики та способи дій у випадку ядерної аварії.

Приклади місць, заражених радіоактивністю

Оскільки ядерна енергія використовується в різних видах людської діяльності, трапляються різні аварії внаслідок радіоактивності. Для того, щоб постраждалі люди знали їх тяжкість, був встановлений масштаб ядерних аварій.

Міжнародна шкала ядерних аварій (INES) була запропонована Міжнародною організацією з атомної енергії в 1990 році. INES має шкалу від 1 до 7, де 7 вказує на серйозну аварію.

Приклади більш серйозного радіоактивного забруднення наведені нижче.

Хіросіма та Нагасакі (Японія)

Ядерні бомби почали розробляти в 40-х роках 20 століття на основі досліджень Альберта Ейнштейна. Цю ядерну зброю застосовували США під час Другої світової війни.

6 серпня 1945 року над містом Хіросіма вибухнула бомба, збагачена ураном. Це генерувало теплову хвилю близько 300000 ° C і великий сплеск гамма-випромінювання.

Згодом утворився радіоактивний випадок, який поширювався вітром, несучи забруднення далі. У наступні роки від вибуху було вбито приблизно 100 000 людей, ще 10 000 - від радіоактивності.

9 серпня 1945 року в місті Нагасакі вибухнула друга ядерна бомба. Ця друга бомба була збагачена плутонієм і була потужнішою за хіросімську.

В обох містах ті, хто вижив після вибуху, мали численні проблеми зі здоров'ям. Таким чином, ризик раку серед населення збільшився на 44% між 1958 і 1998 роками.

В даний час все ще існують наслідки радіоактивного забруднення цих бомб. Вважається, що живе більше 100 000 людей, постраждалих від радіації, в тому числі тих, хто був у лоні матері.

У цій популяції високі показники лейкемії, саркоми, карциноми та глаукоми. Група дітей, що зазнали опромінення в утробі матері, показала хромосомні аберації.

Чорнобиль (Україна)

Вважається однією з найсерйозніших ядерних аварій в історії. Це сталося 26 квітня 1986 року на атомній електростанції і знаходиться на 7 рівні в INES.

Працівники проводили тест, що імітував відключення електроенергії, і один з реакторів перегрівся. Це спричинило вибух водню всередині реактора і понад 200 тонн радіоактивного матеріалу було викинуто в атмосферу.

Під час вибуху загинуло більше 30 людей, а радіоактивні випадіння поширилися на кілька кілометрів навколо. Вважається, що в результаті радіоактивності загинуло понад 100 000 людей.

Рівень захворюваності на різні типи раку зріс на 40% у постраждалих районах Білорусі та України. Одним з найпоширеніших видів раку є рак щитовидної залози, а також лейкемія.

Умови, пов'язані з дихальною та травною системами, також спостерігались через вплив радіоактивності. У випадку з дітьми, які перебували в утробі матері, понад 40% мали імунологічні дефіцити.

Також спостерігаються генетичні відхилення, збільшення захворювань репродуктивної та сечовидільної систем, а також передчасне старіння.

Фукусіма Даїчі (Японія)

Ця аварія стала наслідком землетрусу силою 9 балів, який стався в Японії 11 березня 2011 року. Згодом сталося цунамі, яке знеструмило системи охолодження та електроенергії трьох реакторів на АЕС у Фукусімі.

У реакторах сталося кілька вибухів та пожеж, що призвели до витоків радіації. Спочатку цю аварію класифікували як рівень 4, але через її наслідки пізніше її підняли до рівня 7.

Більша частина радіоактивного забруднення надходила до води, головним чином до моря. В даний час на цьому заводі є великі резервуари для зберігання забрудненої води.

Ці забруднені води вважаються ризиком для екосистем Тихого океану. Одним з найбільш проблемних радіоізотопів є цезій, який легко пересувається у воді і може накопичуватися у безхребетних.

Вибух не спричинив прямої радіаційної смерті, а рівні опромінення радіоактивністю були нижчими, ніж у Чорнобилі. Однак у деяких робітників змінилися ДНК протягом декількох днів після аварії.

Так само були виявлені генетичні зміни в деяких популяціях тварин, що зазнали радіації.