

## Лекція 8

### Геологічні формації радіоактивних елементів, їх вплив на здоров'я

#### Вплив радіації на екосистеми

Мирна атомна промисловість та військова ядерна індустрія виробляють значну кількість штучних(техноген-них) радіоактивних ізотопів. Більшість з цих радіонуклідів різними шляхами потрапляють у навколишнє природне середовище, впливаючи на всі без винятку компоненти еко-системи. Сьогодні практично неможливо дослідити характеристики впливу техногенних радіонуклідів на екосистеми.

Завжди існуватиме небезпека того, що деякі екосистеми виявляться особливо чутливими до дії іонізуючого випромінювання навіть у малих дозах.

Вплив радіоактивного іонізуючого випромінювання, або просто радіації, на екосистеми є різноманітним. Знання людини, які набуваються на ґрунті проведених радіаційно-екологічних досліджень, постійно розширюються. Розглянемо лише окремі аспекти впливу радіації на екосистеми, особливо на людину, рослинний і тваринний світ.

Дія радіації на екосистеми. Зрозуміло, що здоров'я будь-якої людини залежить від радіаційної ситуації як на планеті загалом, так і у конкретних екосистемах, місця її проживання зокрема.

#### Радіаційна екологія

Радіаційна екологія простежує шлях транспортування радіонуклідів від абіотичних компонентів екосистем ланцюгами живлення аж до консументів, тобто весь екологічний експозиційний шлях. Радіонукліди впливають на біоценоз на кожному трофічному рівні(Гайнріх, Гергт, 2001). Фізичним експозиційним шляхом радіонукліди виходять з промислового устаткування димарями чи зі стічними водами і безпосередньо опромінюють живі організми(забруднення, підтоплення). Через вдихання(інгаляцію) газоподібних речовин й аерозолей та приймання їжі радіонукліди потрапляють фізіологічним експозиційним шляхом у тіло організму, де поширюються та опромінюють його зсередини.

Проходження радіонуклідів в екосистемі залежить від структури ґрунту, яка з різною силою зв'язує їхні атоми.

Швидкість проникнення в біоценози визначається типом рослин, їхнім віком, температурою та вологістю, а також складом поживних речовин ґрунту. Тварини на вплив радіації реагують значно чутливіше, ніж рослини, причому на різних стадіях їхнього розвитку по-іншому.

Небезпека опромінення зменшується від вищих хребетних тварин до нижчих і комах й одноклітинних.

Однак сучасні уявлення про механізми впливу малих доз радіації на екосистеми (Яблоков, 2002) заперечують раніше поширене твердження, що інтенсивний радіаційний вплив викликає відповідну реакцію і відповідь екосистеми, і, навпаки, за слабкої дії радіації екосистеми зазнають незначних її впливів. Слабкі, проте постійні радіаційні впливи на екосистеми можуть спричинити значні, часом непередбачувані, екологічні ефекти.

Різні способи передачі дози радіації компонентам навколишнього природного середовища визначають особливості негативних динамічних процесів, що розвиваються. Радіоактивні речовини та їх вплив на людину.

Радіоактивні матеріали небезпечні своїм іонізуючим випромінюванням.

Завдяки високій енергії радіоактивного випромінювання здатне відривати електрони з їх орбіталей та створювати позитивно та негативно заряджені іони.

Існує чотири форми іонізуючого радіоактивного випромінювання.

**Альфа** – частинки складаються з двох протонів і двох нейтронів і являють собою ядра гелію. У повітрі вони переміщуються на кілька міліметрів, у тілі людини не проникають далі шкіри, але вдихувані з повітрям можуть ушкоджувати тканини легень.

**Бета** – частинки, це електрони чи позитрони. У повітрі вони розповсюджуються на кілька метрів, у тканинах людини на кілька міліметрів.

**Гамма** – промені являють собою електромагнітне випромінювання, яке має здатність до іонізації. Нижня частина енергетичного спектру цих променів називається рентгенівськими променями. Проникаюча здатність гамма - променів дуже велика [2].

**Нейтрони** – нейтральні частинки, здатні викликати іонізацію побічно.

Енергетичною одиницею виміру випромінювання є кулон (Кл), що відповідає випромінюванню, яке приводить до утворення в сухому атмосферному повітрі іонів із зарядом у 1 Кл. Для цієї ж мети іноді використовують рентген (Р). При цьому 1 Р дорівнює  $2,58 \cdot 10^{-4}$  Кл/кг. Одиницею для виміру власне поглиненої дози випромінювання служать грей (Гр) чи рад, який дорівнює  $10^{-2}$  Гр.

В екології особливо зручний рад. Один рад – це доза випромінювання, при якій 1 м живої тканини поглинає 100 ергів енергії.

Як одиниця активності нуклідів виступає бекерель (Бк), що відповідає такій активності радіонукліда, при якій за 1 секунду відбувається один розпад.

### *Джерела іонізуючого випромінювання*

Джерела іонізуючого випромінювання поділяються на природні і штучні.

Природним джерелом іонізуючого опромінення є космічний простір, а також радіоактивні речовини, що знаходяться в земній корі. Опроміненню від природних джерел піддається будь-який житель планети. Дози опромінення залежать від місця проживання (тому що не скрізь рівномірно залягають породи, які містять радіоактивні речовини); від способу життя (у помешканні або зовні людина проводить більшу частину життя); від місця роботи (наприклад, у будівництві часто застосовують будівельні матеріали з підвищеною радіацією, пілоти одержують більшу дозу порівняно з іншими професіями і т. п.).

Штучними джерелами іонізуючого випромінювання є ядерні установки, ядерні реактори, рентгенівські апарати, прилади з радіоактивними елементами. У даний час основний внесок у дозу опромінення людини вносить медичне діагностичне устаткування. Підприємства з видобутку, переробки і виробництва радіоактивних речовин також є штучними джерелами іонізуючого випромінювання. Це, в основному, уранові рудники, заводи для одержання збагаченого урану, очищення уранового концентрату, реактори.

Опромінення населення України за останні 14 років за рахунок штучних джерел радіації в основному пов'язане з наслідками аварії на Чорнобильській АЕС, а також аваріями на інших АЕС.

### **Дія іонізуючого випромінювання на людину**

Внаслідок дії іонізуючого випромінювання на організм людини іонізовані живі тканини, у першу чергу – вода протоплазми клітин, її іони, вступають у взаємодію з киснем тканин, створюючи пероксидні з'єднання, що самі є сильними окислювачами і призводять до змін і загибелі живих клітин, утворення “вільних радикалів” і через них до порушення обмінних процесів, пригніблення ферментних і окремих функціональних систем, тобто порушення життєдіяльності всього організму.

Дію радіоактивного випромінювання на організм людини можна уявити в дуже спрощеному вигляді таким чином. Припустимо, що в організмі людини відбувається нормальний процес травлення. Їжа, що надходить, розкладається на більш прості з'єднання, які потім надходять через мембрану усередину кожної клітини і будуть використані як будівельний матеріал для відтворення собі подібних, для відшкодування енергетичних витрат на транспортування речовин і їхню переробку. Під час попадання на мембрану випромінювання відразу ж порушуються молекулярні зв'язки, атоми перетворюються в іони. Крізь зруйновану мембрану в клітину починають надходити сторонні (токсичні) речовини, робота її порушується. Якщо доза випромінювання невелика, відбувається рекомбінація електронів, тобто повернення їх на свої місця. Молекулярні зв'язки відновлюються, і клітина продовжує виконувати свої функції. Якщо ж доза опромінення висока або дуже багато разів повторюється, то

електрони не встигають рекомбінуватися; молекулярні зв'язки не відновляються; виходить з ладу велика кількість клітин; виходить з ладу орган; нормальна життєдіяльність організму стає неможливою. Специфічність дії іонізуючого випромінювання полягає в тому, що інтенсивність хімічних реакцій, індукційованих вільними радикалами, підвищується й у них втягуються багато сотень і тисяч молекул, не порушених опроміненням. Таким чином, ефект дії іонізуючого випромінювання обумовлений не кількістю поглиненої енергії об'єктом, що опромінюється, а формою, в якій ця енергія передається. Ніякий інший вид енергії (теплова, електрична та ін.), що поглинається біологічним об'єктом у тій самій кількості, не призводить до таких змін, які спричиняє іонізуюче випромінювання.

Особливості дії іонізуючого випромінювання на організм людини наступні: 1) органи чуття не реагують на випромінювання; 2) малі дози випромінювання можуть підсумовуватися і накопичуватися в організмі (кумулятивний ефект); 3) випромінювання діє не тільки на даний живий організм, але й на його спадкоємців (генетичний ефект); 4) різні органи організму мають певну чутливість до випромінювання.

Найсильнішому впливу піддаються клітини червоного кісткового мозку, щитовидна залоза, легені, внутрішні органи, тобто органи, клітини яких мають високий рівень розподілу. При одній і тій самій дозі випромінювання у дітей вражається більше клітин, ніж у дорослих, тому що у дітей всі клітини знаходяться в стадії розподілу. А клітини дорослої людини перебувають у трьох різних стадіях розподілу. Діти більш чутливі, ніж дорослі.

Відносно невеликі дози опромінення хрящової тканини можуть уповільнити або зовсім припинити ріст кісток. Вкрай чутливий до радіації мозок плоду, особливо якщо мати піддається опроміненню між 8-им і 15-им тижнями вагітності.

Небезпека різних радіоактивних елементів для людини визначається спроможністю організму їх поглинати і накопичувати.

Радіоактивні ізотопи надходять всередину організму з пилом, повітрям, їжею або водою і поводять себе по-різному: деякі ізотопи розподіляються рівномірно в організмі людини (третій, вуглець, залізо, полоній), деякі накопичуються в кістках (радій, фосфор, стронцій), інші залишаються в м'язах (калій, рубідій, цезій), накопичується в щитовидній залозі (йод), у печінці, нирках, селезінці (рутений, полоній, ніобій).