

# АНАЛІЗ РАДІАЦІЙНОГО СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Проведено аналіз впливу радіоактивного забруднення біосфери, розглянуто радіаційно небезпечні об'єкти України, зони можливого радіоактивного зараження на території України. Розглянуто вплив радіоактивного випромінювання на організм людини.

Paper represents analysis of radioactive pollution of biosphere, overview of nuclear objects in Ukraine, zones of potential radioactive pollution on the territory of Ukraine, biological effect of radiation.

## *Вступ*

Найважливішим завданням сучасної загальної екології є вивчення основних законів взаємовідносин організмів всіх рівнів організації між собою і природним середовищем, розробка шляхів регулювання та гармонізації взаємин людського суспільства з природою, вивчення стратегії природи, розробка планетарного консенсусу у вирішенні проблем взаємовідносин з природою, розвиток глобальних природоохоронних акцій.

Відкриття шляхів використання ядерної енергії в мирних цілях – найважливіше наукове досягнення нашого століття – значно розширило владу людини над силами природи і відкрило широкі перспективи для розвитку виробничих сил технічного і культурного прогресу.

В багатьох країнах відбувається швидке зростання кадрів радіоекологів і створення різних наукових закладів радіоекологічного напрямку.

Важливо за короткий час отримати більше інформації про реальні і потенціальні біологічні зміни в біосфері внаслідок безконтрольного викиду радіоактивних речовин. Дезактивації радіоактивних речовин піддається не вся біосфера, а тільки її невеликі ділянки.

Під девізом “Радіаційну безпеку – біосфері” виступає сьогодні радіоекологія – наука, в розвитку якої беруть участь ядерна фізика, радіохімія,

радіобіологія, дозиметрія, радіометрія.

Відкриття таємниці природи дорого обійшлося людству. Загинули майже всі перші дослідники, які не знали правил безпечної роботи, а в середині ХХ століття світ став свідком масової миттєвої загибелі сотень тисяч людей. У 1945 р. сотні тисяч жителів Японії постраждали від ядерної зброї, а потім різко підвищився радіаційний фон в атмосфері планети. У 1986 р. сталася аварія на Чорнобильській атомній електростанції. Все це викликало потребу в негайному вирішенні такої проблеми, як розробка протипроменевого захисту, що, в свою чергу, вимагало глибокого вивчення механізмів біологічної дії іонізуючих випромінювань.

Вплив радіоактивного випромінювання на організм людини особливо небезпечний. Аналізи результатів експериментів на тваринах і наслідків опромінення людей під час атомних вибухів у Хіросімі та Нагасакі, а пізніше в Чорнобилі, привели до висновку, що гостра біологічна дія радіації проявляється у вигляді променевої хвороби, локальних уражень шкіри, кришталика ока, кісткового мозку і призводить до смерті.

## *Результати досліджень*

Сьогодні головними джерелами радіоактивних забруднень біосфери є радіоактивні аерозолі, які потрапляють в атмосферу під час

випробувань ядерної зброї, аварій на АЕС та радіоактивних виробництвах, а також радіонукліди, що виділяються з радіоактивних відходів, захоронених на суші та на морі, з відпрацьованих атомних реакторів і устаткування. Радіоактивні опади залежно від розміру частинок і висоти їх знаходження в атмосфері мають різний час осідання та радіус поширення.

До середини ХХ століття основним джерелом іонізаційного випромінювання були природні джерела – гірські породи і космос. Рівні земної радіації в різних регіонах завжди були неоднаковими. Райони родовищ уранових руд, радіоактивних сланців, фосфоритів або кристалічних порід, торієвих пісків, радонових мінеральних джерел (Індія – штати Керала та Тамілнад; Бразилія – штати Ріо-де-Жанейро, Еспіріту-Санту; Іран – район м. Размар; Канада, Чехія та Словаччина, ПАР, Нігерія) виділяються максимальним рівнем радіації. Відомі такі аномальні райони і у нас в Україні: м. Хмільник, с. Миронівка, м. Жовті Води. В цих місцях природний активний фон в десятки та сотні разів вищий, ніж в інших.

На Поліссі є райони, де вміст цезію-137 у продуктах місцевого виробництва в десятки та сотні разів перевищує середній рівень його в межах більшої частини держави. Це викликано підвищеною міграцією цезію з ґрунтів, які його не утримують (піщані, малоглинисті, дерново-підзолисті), в рослинні та тваринні організми. В зв'язку з цим у траві, рослинах, грибах, лишайниках, молоці, м'ясі та рибі цезію в декілька разів більше, ніж в інших регіонах, а в деяких місцях зафіксовано перевищення в 10...50 разів.

Через те, що майже до недавнього часу не було відомостей про наявність тих чи інших відхилень у стані здоров'я та розвитку людей, які проживають у районах з підвищеним радіоактивним фоном, показники тривалості життя, кількості мертвонароджених, спотворених, захворювань на лейкоз, рак у жителів цих районів були середньостатистично нормальні. На підставі нових досліджень і глибокого аналізу проблеми можна зробити висновок, що і раніше, десятки і сотні років тому, такий радіаційний фон негативно впливав на населення. Це виявилось в значному підвищенні кількості людей з хворобою Дауна (майже в п'ять разів), іншими патологічними проявами, зокрема раковими пухлинами.

До Чорнобильської аварії в 30 країнах світу діяло 272 атомні електростанції і на стадії спорудження знаходилося ще 236. Радіоактивні відходи, які утворюються в процесі експлуатації АЕС, складають значну частину всіх радіоактивних відходів.

Трагічні наслідки Чорнобильської катастрофи спричинили загрозу генетичному здоров'ю населення.

Найважливіша проблема, яка виникає при переробці радіоактивних відходів, тривала потенційна небезпека певних категорій радіоактивних відходів. Технічна можливість безпечного зберігання відходів протягом десятків та сотень років існує, але під постійним наглядом спеціального персоналу.

Коефіцієнти радіаційного ризику для різних тканин (органів) людини внаслідок рівномірного опромінення всього тіла, встановлені Міжнародною комісією з радіаційного захисту для вирахування ефективної еквівалентної дози, мають такі значення: червоний кістковий мозок – 0,12; кісткова тканина – 0,03; молочні залози – 0,15; легені – 0,12; яєчники або сім'яники – 0,24; щитовидна залоза – 0,03; інші органи – 0,30.

Кінцевий результат опромінення (крім віддалених наслідків) залежить не стільки від повної дози, скільки від її потужності, тобто часу, протягом якого вона накопичувалась, а також характеру її розподілу. Це пов'язано з тим, що в живих організмах у відповідь на опромінення, як і на інші подразники середовища, включаються захисні механізми системи адаптації або компенсації, які мають забезпечити стабільність внутрішнього середовища організму і відновити зруйновані функції. Результат залежить від співвідношення кількості ушкоджених тканин і захисно-відновної здатності організму.

За даними американського радіобіолога Блера, внаслідок одноразового опромінення у людини завдяки репаративним процесам протягом 30 днів відновлюється половина всіх уражень. Це період напіввідновлення. Інша частина відновлюється протягом 2,5...3,5 місяців. У разі повторного опромінення наслідки визначаються шляхом підсумовування залишкової дози від попереднього опромінення і одержаної дози.

У результаті багаторічного опромінення всього тіла (або головного мозку) дозами потужністю, наприклад, 0,5...1 Зв на рік (50...100 бер на рік) і більше може розвинути хронічна променева хвороба. Чим менша частина тіла зазнає опромінення, тим менші руйнівні наслідки.

#### **Радіаційно небезпечні об'єкти України**

До типових радіаційно небезпечних об'єктів відносяться:

- атомні електростанції, підприємства з виготовлення ядерного палива, переробки ядерного палива і захоронення радіоактивних відходів;
- науково-дослідні та проектні організації, які працюють з ядерними реакторами; ядерні енергетичні установки на об'єктах транспорту.

На території України діють 5 атомних електростанцій з 16-ма енергетичними ядерними реакторами (табл. 1) і 2 дослідні ядерні реактори та

Таблиця 1

## Характеристика атомних електростанцій України

АЕС (місце розміщення)	Кількість блоків	Марка реактора	Загальна потужність, МВт	Ставок охолодження, площа дзеркала, км <sup>2</sup>
Запорізька (4 км на захід від м. Енергоград)	6	ВВЕР-1000	6000	8
Південно-Українська (2 км на схід від м. Южноукраїнськ Миколаївської обл.)	3	ВВЕР-1000	3000	8,7
Хмельницька (4 км на південь від м. Нетішин)	2	ВВЕР-1000	2000	20
Чорнобильська (м. Прип'ять Київської обл.)	3	РВПК-1000	2000	20
Рівненська (4 км на південний захід від м. Кузнецовськ)	2 2	ВВЕР-440 ВВЕР-1000	880 2000	гравіря

**Ядерні реактори**

Найбільш небезпечними із всіх аварій на радіаційно небезпечних об'єктах є аварії на атомних електростанціях з викидом радіонуклідів в атмосферу і гідросферу, що призводить до радіоактивного забруднення навколишнього середовища. На території України трансграничним джерелом потенційної небезпеки є аварії з викидом радіоактивних продуктів на АЕС інших держав.

При прогнозуванні та оцінці радіаційної обстановки передбачається два види можливих аварій, при яких створюється небезпечна радіаційна обстановка на місцевості, що потребує здійснення заходів щодо захисту населення; це – гіпотетична аварія та аварія з руйнуванням реактора.

Гіпотетична аварія – аварія, для якої проектом не передбачаються технічні заходи, що забезпечують безпеку АЕС. При викиді радіоактивних речовин в атмосферу виникає небезпечна радіаційна обстановка, що може призвести до опромінення населення.

Аварія з повним руйнуванням ядерного реактора може відбутися внаслідок стихійного лиха, падіння повітряного транспорту на споруди АЕС, вибуху звичайних боєприпасів тощо. Вона супроводжується руйнуванням трубопроводів з теплоносієм, ушкодженням реактора і герметичних зон, відмовою систем керування і захисту, що викликає миттєву втрату герметичності конструкцій реактора, оплавлення тепла видільних елементів і викид радіоактивних речовин з потоками пари в навколишнє середовище. Разом з тим можливе розкидання радіоактивних уламків конструкцій паливних елементів.

Наслідки аварій і руйнування об'єктів із ядерними компонентами характеризуються насамперед масштабами радіоактивного забруднення навколишнього середовища і опромінення населення. Вони залежать від

геофізичних параметрів атмосфери, що визначають швидкість розносу викиду; від розміщення людей, тварин, сільськогосподарських угідь, житлових, громадських і виробничих будівель у зоні аварії; від здійснення захисних заходів та ряду інших чинників.

Основними визначальними чинниками радіоактивного забруднення навколишнього середовища і опромінення населення є ізотопний склад, активність і динаміка викиду радіонуклідів в атмосферу. В практиці експлуатації АЕС мали місце численні випадки викиду радіонуклідів за межі станції. Особливо серйозні радіаційні наслідки пов'язані з аварією на Чорнобильській АЕС. Внаслідок вибуху реактора четвертого енергоблоку станції відбулося часткове руйнування реакторного залу і даху машинного залу. У реакторному залі виникла пожежа. Через пролом у будинку на територію станції була викинута значна кількість твердих матеріалів: уламків робочих канатів, таблеток двоокису урану, шматків графіту й уламків конструкцій. Утворилася гідроаерозольна хмара з потужною радіаційною дією, котра поширилася на значну відстань.

Тривалий час викидів, проникнення частини аерозолів в нижні шари тропосфери зумовили утворення великих зон радіоактивного забруднення, що вийшли за межі України. Радіоактивне забруднення мало вид локальних плям. Сформувалися значні за площею зони, де були перевищені допустимі рівні забруднення за найбільш радіаційно небезпечними радіонуклідами – плутонієм-239, стронцієм-90 і цезієм-137. Все це призвело до радіоактивного забруднення води і харчових продуктів, особливо молочних, яке у багато разів перевищувало не лише фонові, але і нормативні показники на значній частині території України, країн ближнього і далекого зарубіжжя.

Тому розробку заходів щодо захисту населення в районах розміщення АЕС необхідно здійснювати з врахуванням найважливого варіанту

розвитку аварії. В атмосферу може бути викинуто до 100% шкідливих газів, йоду, цезію, телуру, 10...30% стронцію і до 3% таких радіонуклідів, як рутеній і лантан. Загальна активність викиду при аварії може досягти 10% загальної активності реактора на момент його зупинки або руйнування.

Загальні радіаційні аварії на АЕС при руйнуванні одного реактора з викидом 10% радіоактивних продуктів за межі санітарно-захисних зон станцій можуть створити зони забруднення (з різними рівнями радіації) загальною площею 431,2 тис. км<sup>2</sup>, до яких потрапляє 5249 населених пунктів з населенням понад 22722,7 тис. чол. (табл. 2).

Крім того, для території України трансграничну потенційну небезпеку при аваріях з викидом радіоактивних продуктів становлять:

- Курська АЕС (Російська Федерація) – для частини територій Полтавської, Сумської, Харківської та Чернігівської областей;
- АЕС, розташовані на території Болгарії, Словаччини, Угорщини, Чехії для західних частин територій Закарпатської, Львівської та Одеської областей.

### **Дослідницькі атомні реактори**

На території України знаходяться 2 дослідницьких реактори, які розташовані у м. Києві та у м. Севастополі. Небезпека від можливої аварії на реакторах загрожує радіоактивним викидом у першу чергу населенню міст, у яких вони розташовані. За архівними даними, на Київському реакторі були аварії у 1968, 1969 і 1970 роках. Тільки у 1968 році в навколишнє середовище було викинуто 40 Кюрі радіоактивного йоду, що перевищило допустиму норму у 400 разів. 4 лютого 1970 р. на реакторі в результаті аварії було опромінено 17 чоловік. Крім того, реактори знаходяться в зоні польотів повітряного транспорту.

### **Радіоактивні відходи**

На території України розташовано понад 8000 різних установ та організацій, діяльність яких призводить до утворення радіоактивних відходів.

Основними виробниками радіоактивних відходів і місцями їх концентрації на сьогодні є:

1. АЕС (накопичено 70000 м<sup>3</sup> РАВ).
2. Урановидобувна і переробна промисловість (накопичено 65,5 млн. тонн РАВ).
3. Медичні, наукові, промислові, інші підприємства та організації. Виконання робіт по збиранню, транспортуванню, переробці і тимчасовому зберіганню радіоактивних відходів та джерел іонізуючого випромінювання від усіх цих

підприємств і організацій, незалежно від їх відомчої підпорядкованості, здійснює Українське державне об'єднання "Радон" (УкрДО "Радон") (накопичено майже 5000 м<sup>3</sup> РАВ) (табл. 3).

4. Зона відчуження Чорнобильської АЕС (більш ніж 1,1 млрд. м<sup>3</sup> РАВ).
5. Підприємства з похованням радіоактивних відходів.

85...90% РАВ України є низько- і середньоактивними. Високоактивні РАВ в основному накопичуються на промислових майданчиках атомних електростанцій у спеціальних сховищах.

Поховання джерел іонізуючого (гама- та нейтронного) випромінювання має проводитися тільки у спеціалізованих сховищах шляхом безконтейнерного розвантаження джерел, проте в Україні джерела іонізуючого випромінювання ховають здебільшого у захисних контейнерах. Зараз сховища для твердих радіоактивних відходів заповнені майже повністю або на 80...90% на більшості спецпідприємств, крім Харківського та Львівського спецкомбінатів.

У шести областях України розташовані регіональні підприємства УкрДО "Радон" з переробки та зберігання радіоактивних відходів, які приймають на збереження радіоактивні відходи від усіх галузей народного господарства. Ці підприємства також не мають установок для первинної переробки відходів.

Підприємства по видобуванню та переробці уранових руд знаходяться у Дніпропетровській, Кіровоградській та Миколаївській областях і належать до Виробничого об'єднання "Східний гірничозбагачувальний комбінат" (ГЗК).

Видобування уранової руди в Україні, головним чином, провадиться на трьох виробничих майданчиках: Жовтоводському, Кіровоградському та Смолінському рудниках. У 1996 році передано ВО "СхідГЗК" для промислового використання Новокосятинівське родовище. Девлатівське та Братське родовища (Дніпропетровська та Миколаївська області) вже декілька років не експлуатуються і там продовжуються рекультивационні роботи, після чого землі будуть передані у господарське використання.

Переробка уранових руд з метою отримання закису-окису урану виконується на гідрометалургійному заводі (ГМЗ) ВО СхідГЗК, що знаходиться у промзоні м. Жовті Води Дніпропетровської області. Характерним для уранодобування та уранопереробки є те, що майже всі їх відходи – відвали шахтних порід, скиди та викиди (рідкі, газоподібні) – являють собою джерела радіоактивного забруднення навколишнього середовища. Як основні

Таблиця 2

**Зони можливого радіоактивного зараження на території України  
при потенційних аваріях на АЕС**

Адміністративно-територіальні одиниці	Площа, тис. км <sup>2</sup> . Зони можливого радіоактивного забруднення	Кількість населення на можливо ураженій площі, тис. чол.
<b>Запорізька АЕС (реактори типу ВВЕР)</b>		
Дніпропетровська	24,0	3618,0
Запорізька	23,1	1850,0
Кіровоградська	2,5	51,0
Херсонська	18,6	550,0
Всього по АЕС	68,1	6069
<b>Південно-Українська АЕС (реактори типу ВВЕР)</b>		
Вінницька	2,0	148,0
Дніпропетровська	0,3	39,0
Кіровоградська	17,0	968,0
Миколаївська	23,0	1248,0
Одеська	28,0	1281,0
Херсонська	0,4	25,0
Черкаська	4,8	430,0
Всього по АЕС	75,5	4130,4
<b>Хмельницька АЕС (реактори типу ВВЕР)</b>		
Вінницька	4,0	148,0
Волинська	5,0	470,0
Житомирська	18,0	1050,0
Львівська	3,3	195,0
Рівненська	18,0	1090,0
Тернопільська	10,0	782,0
Хмельницька	17,2	1250,0
Всього по АЕС	75,0	4985,0
<b>Рівненська АЕС (реактори типу ВВЕР)</b>		
Волинська	20,2	1069,0
Житомирська	6,0	162,0
Львівська	2,2	159,0
Рівненська	20,1	1178,6
Тернопільська	1,4	109,0
Хмельницька	3,1	109,0
Всього по АЕС	53,0	2786,6
<b>Чорнобильська АЕС (реактори типу РВПК)</b>		
Вінницька	8,0	790,0
Житомирська	29,9	510,7
Київська	28,9	4589,9
Полтавська	5,8	255,0
Рівненська	9,0	385,0
Хмельницька	5,1	402,1
Сумська	11,9	587,0
Черкаська	12,5	984,3
Чернігівська	28,7	1288,8
Всього по АЕС	139,8	9818,0
<b>Курська АЕС (реактори типу РВПК)</b>		
Полтавська	18,7	666,0
Сумська	23,8	1430,2
Харківська	9,4	950,5
Чернігівська	19,1	821,0
Всього по АЕС	71,0	3868,1

Таблиця 3

Надходження на зберігання радіоактивних відходів в УкрДО “Радон” у 1997 році

Комбінати	Тверді радіоактивні відходи (в тому числі ДІВ у біозахисті)		Рідкі радіоактивні відходи	Біологічні радіоактивні відходи	Джерела іонізуючого випромінювання (безконтейнерне)	Сумарна активність, всього, Кі
	Кількість ДІВ, од.	Актив. Кі	Актив. Кі	Актив. Кі	Актив. Кі	
Дніпропетровський	9299	176,6	0	0	126,68	303,3
Донецький	0	0	0	0	0	0
Київський (зберігання)	142	29,8	2,1	0,246	0	30,005
Львівський	1073	40,9	0	0	42,065	82,985
Одеський	597	6,2	0	0	74,7	80,898
Харківський	2696	935,2	1,3	0	143,53	1098,005
Всього	13807	1188,7	3,4	0,246	386,975	1595,193

радіонукліди в них містяться природний уран, торій-232, продукти розпаду уранового та торієвого рядів, в тому числі і радіоактивний газ радон. Для природного середовища та людей головну небезпеку становлять великі за своїми обсягами сховища та утримувана в них активність.

### ***Висновки***

Для вирішення проблем, пов'язаних з радіацією, необхідні подальше розширення гласності і правдива інформація про все, що

### ***Література***

1. Калда Г.С., Савченко З.Б. Прикладний курс радіометрії і дозиметрії: Навчальний посібник. – Хмельницький: ТУП, 2001. – 261 с.
2. Рыбальский Н.Г., Савицкий А.И., Макарова М.А. Экологическая безопасность: Справочник. – М., 1994. – 320 с.