



# ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА РАДІОАКТИВНОГО ЗАРАЖЕННЯ

*Захист населення і території*

*Тема лекції:*

***“Проникаюча радіація та радіоактивне зараження місцевості від ядерного вибуху”***

*Доповідач: к.т.н. Тарадуда Д.В.*

## МЕТА ЗАНЯТТЯ

*Ознайомити з основними характеристиками проникаючого випромінювання та РЗМ ядерного вибуху*

2

## ЛІТЕРАТУРА

1. Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник.-2-ге вид., – К.: Знання, 2010. -487 с.
2. Мозаренко Д.И. и др. Гражданская защита области. Том 1-4: Учебник. – Х.: НМЦ ХНТУСХ, 2007 г.
3. Аварії на радіаційно, хімічно та біологічно небезпечних об'єктах: Довідник / Грек А.М., Сакун О.В., Григор'єв О.М. та інш. -Х.: ФВП НТУ «ХП», 2010. - 173 с.4.
4. Чернявський І.Ю. Військова дозиметрія: -Х.: Підручник НТУ “ХП”, 2012. – 560 с.

## Вступ.

### 1 навчальне питання

Характеристика ядерного потенціалу держав

### 2 навчальне питання

Характеристика радіоактивного зараження місцевості

## Закінчення.



Проникаюча радіація — це потік гамма-випромінювання нейтронів, які утворюються під час ядерного вибуху внаслідок реакції й радіоактивного розпаду продуктів поділу. На проникаючу радіацію витрачається до 5 % енергії вибуху. Тривалість проникаючої радіації не більше 10—15 с

***Захист населення і території***

## ***Класифікація ядерної зброї:***

***Стратегічна ЯЗ***  
*(більше 3000 км страт.  
цілі в тилу)*

***Оперативно-  
тактична ЯЗ***  
*(в межах опер. глибини)*

***Тактична ЯЗ***  
*(до 3000 км на фронті  
та ближ. тил)*



# Ядерний потенціал

## Захист населення і територій

Таблиця 6

### Ядерний потенціал

| № п/п | Страна         | Кол-во ядерних зарядів                        | Балл  | Средства доставки* |        |     |            |    |     |      |       |       |       | Балл | Общий балл | Рейтинг |
|-------|----------------|---|---|--------------------|--------|-----|------------|----|-----|------|-------|-------|-------|------|------------|---------|
|       |                |   |   | БРМД               | БРСД   | МБР | КРВБ       | УА | СБ  | БРПЛ | КРМБ  | ПЛ БР | ПЛ КР |      |            |         |
|       |                | <i>Коеффициент важности, <math>M_i</math></i> | <i>0,6</i>                                      | <i>0,4</i>         |        |     |            |    |     |      |       |       |       |      |            |         |
| 1     | Великобритания | >450  | 8   | -                  | -      | -   | -          | -  | -   | 58   | -     | -     | -     | 7    | 7,6        | 6       |
| 2     | ЕС             | >900  | Совокупные возможности Великобритании и Франции |                    |        |     |            |    |     |      |       |       | 8     | 4    |            |         |
| 3     | Израиль        | >200  | 7   | +                  | +      | -   | -          | +  | -   | -    | -     | -     | -     | 6    | 6,6        | 7       |
| 4     | Индия          | 50-100  | 6   | 90                 | 85-110 | -   | -          | +  | -   | -    | -     | -     | -     | 6,5  | 6,2        | 8       |
| 5     | Китай          | >500  | 8,5   | 725                | 35     | 46  | -          | +  | >82 | >36  | +     | 3     | +     | 8    | 8,3        | 3       |
| 6     | Пакистан       | 30-50   | 5   | 166                | -      | -   | -          | +  | -   | -    | -     | -     | -     | 5    | 5          | 9       |
| 7     | Россия         | >4000   | 9,5   | >200               | -      | 430 | около 1000 | +  | 79  | >200 | -     | 15    | -     | 8,5  | 9,1        | 2       |
| 8     | США            | >6000   | 10  | -                  | -      | 450 | >1500      | +  | 100 | 730  | >1000 | 14    | 57    | 10   | 10         | 1       |
| 9     | Франция        | >450  | 8   | -                  | -      | -   | 84         | +  | -   | 96   | -     | 4     | -     | 7,5  | 7,8        | 5       |

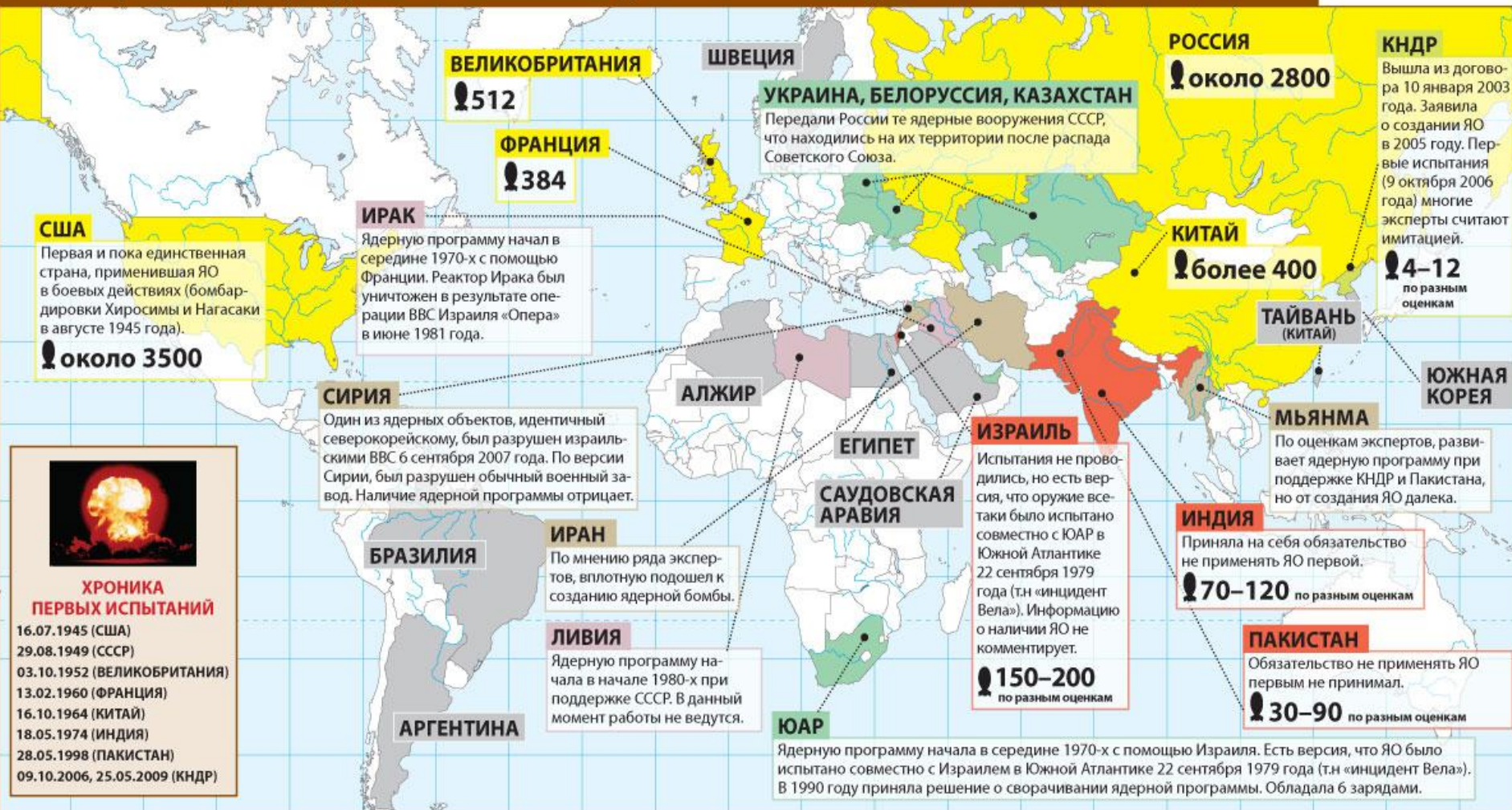
\* БРМД — баллистические ракеты малой дальности.  
 БРСД — баллистические ракеты средней дальности.  
 МБР — межконтинентальные баллистические ракеты.  
 КРВБ — крылатые ракеты воздушного базирования.  
 УА — ударная авиация.

СБ — стратегические бомбардировщики.  
 БРПЛ — баллистические ракеты подводных лодок.  
 КРМБ — крылатые ракеты морского базирования.  
 ПЛ БР — подводные лодки с баллистическими ракетами.  
 ПЛ КР — подводные лодки с крылатыми ракетами.



# РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ (ЯО)

Какие страны владеют, владели или пытаются овладеть технологией создания атомной бомбы



## ХРОНИКА ПЕРВЫХ ИСПЫТАНИЙ

- 16.07.1945 (США)
- 29.08.1949 (СССР)
- 03.10.1952 (ВЕЛИКОБРИТАНИЯ)
- 13.02.1960 (ФРАНЦИЯ)
- 16.10.1964 (КИТАЙ)
- 18.05.1974 (ИНДИЯ)
- 28.05.1998 (ПАКИСТАН)
- 09.10.2006, 25.05.2009 (КНДР)

|  |   |   |  |  |   |   |
|--|---|---|--|--|---|---|
| <p><b>Страны, официально обладающие ЯО</b></p> <p>Данные страны приняли на себя обязательства не применять ядерное оружие против государств, не располагающих таким оружием, за исключением ситуаций, когда они отвечают на ядерный удар или на нападение с применением обычных средств, совершенное в союзе с ядерным государством.</p> | <p><b>Страны, не подписавшие договор о нераспространении ЯО</b></p> | <p><b>Страны, вышедшие из договора о нераспространении ЯО</b></p> | <p><b>Страны, добровольно отказавшиеся от ЯО</b></p> | <p><b>Страны, военные программы которых были остановлены принудительно</b></p> | <p><b>Страны, которые подозревают в разработке ЯО</b></p> | <p><b>Страны, которых ранее подозревали в разработке ЯО</b></p> <p>В настоящий момент их военные ядерные программы были либо добровольно остановлены, либо слухи об их наличии официально опровергнуты МАГАТЭ</p> |
|--|---|---|--|--|---|---|

число боезарядов на данный момент





## Захист населення і території



В сучасній ЯЗ використовується  $Pu-239$ . Для його отримання необхідний спеціальний реактор, в якому збагачений  $U-235$  опромінюється та перетворюється в  $Pu-239$ . Плутоній виділяти з відпрацьованого палива АЕС. На стадії виділення  $Pu-239$  виникає багато рідких радіоактивних відходів.



*Проникаюча радіація ядерного вибуху являє собою потік  $\gamma$ -випромінювання й нейтронів.*

### **Захист населення і території**

$\gamma$  - випромінювання й нейтронне випромінювання різні по своїх фізичних властивостях, а загальним для них є те, що вони можуть поширюватися в повітрі в усі сторони на відстані до 2,5-3 км. Проходячи через біологічну тканину,  $\gamma$  - кванти й нейтрони іонізують атоми й молекули, що входять до складу живих клітин, у результаті чого порушується нормальний обмін речовин і змінюється характер життєдіяльності клітин, окремих органів і систем організму, що призводить до виникнення специфічного захворювання — **променевої хвороби.**



**Радіоактивним зараженням місцевості (РЗМ) називається зараження місцевості, об'єктів, повітря радіоактивними речовинами (РВ), які випадають з радіоактивної хмари ЯВ, а також, що виникають у результаті взаємодії нейтронів ЯВ із середовищем.**

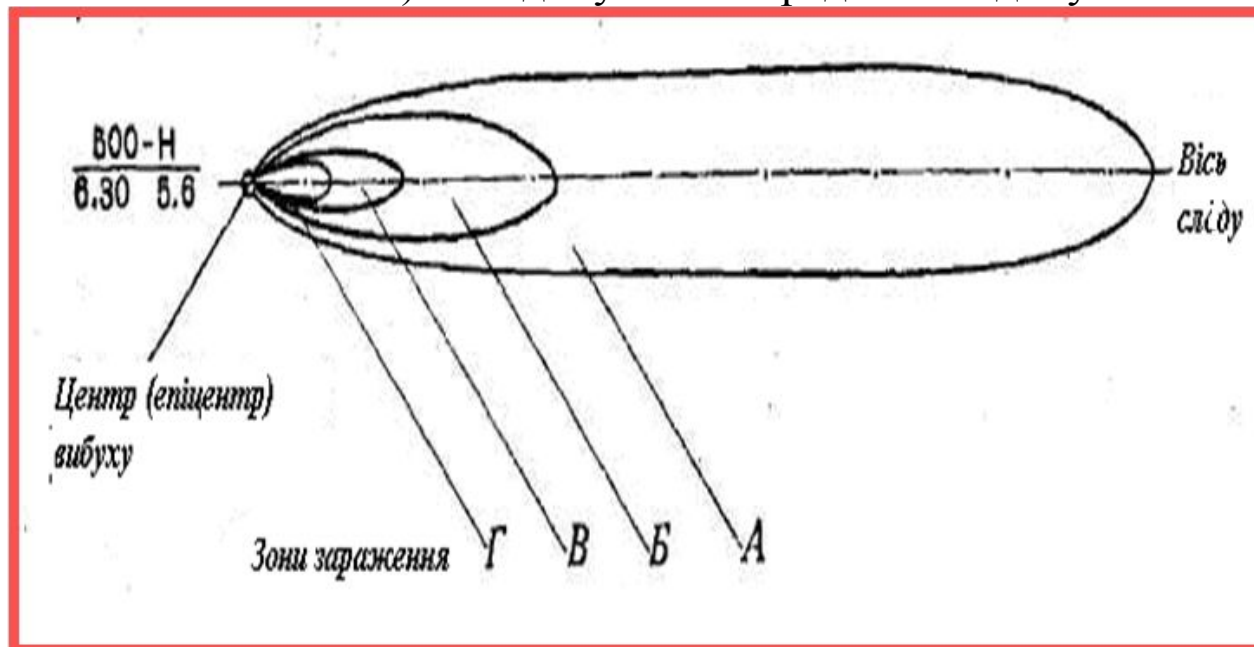
## **Захист населення і території**

Радіоактивне зараження є специфічним вражаючим фактором ядерного вибуху. Воно створюється радіоактивними елементами, які випускають при своєму розпаді, головним чином, гамма-випромінювання й бета-частинки. Вражаюча дія радіоактивного зараження обумовлюється здатністю гамма-випромінювання й бета-частинок іонізувати середовище й викликати радіаційні порушення структури матеріалів.

Рівнем радіації називають потужність дози гамма-випромінювання, що виміряна на висоті 1 м над поверхнею зараженої радіоактивними речовинами землі.

Він характеризується інтенсивністю радіоактивного випромінювання і показником швидкості накопичення дози випромінювання в одиницю часу.

Рівень радіації випромінювання виражається в рентгенах на годину, мілірентгенах на годину, радах (radiation absorbed dose) на годину або мілірадах на годину







# Зона помірною зараження

## Захист населення і території

| Зона зараження                         | Доза випромінювання до повного розпаду радіоактивних продуктів, рад |                |  | Дія радіоактивного зараження на особовий склад військ   |
|--|---|----------------|--|---|
|  | На зовнішній відносно центру (епіцентру) вибуху межі зони           | Усередині зони | На внутрішній відносно центру (епіцентру) вибуху межі зони |   |
| <b>A</b><br><u>Помірного зараження</u> | 40  | 125            | 400  | Особовий склад військ, що знаходиться в зоні протягом першої доби після її утворення: при відкритому розташуванні може отримати дози зараження, що приводять до втрати боєздатності; в автомобілях, бронетранспортерах, фортифікаційних спорудах, будівлях і т.і., як правило, не отримує доз випромінювання, що призводять до втрати боєздатності. |



# Зона сильного зараження

## Захист населення і території

| Зона зараження                        | Доза випромінювання до повного розпаду радіоактивних продуктів, рад |                |  | Дія радіоактивного зараження на особовий склад військ  |
|---------------------------------------|---|----------------|--|--|
|                                       | На зовнішній відносно центру (епіцентру) вибуху межі зони           | Усередині зони | На внутрішній відносно центру (епіцентру) вибуху межі зони |  |
| <b>Б</b><br><u>Сильного зараження</u> | 400   | 700            | 1200   | Особовий склад, що знаходиться в зоні відкритого розташування, а також в автомобілях і бронетранспортерах протягом першої доби після її утворення, може отримати дози випромінювання, що призводять до втрати боєздатності. Екіпажі танків за цей же час доз випромінювання, що призводять до виходу з ладу, не отримують. |



# Зона небезпечного зараження

## Захист населення і території

| Зона зараження                            | Доза випромінювання до повного розпаду радіоактивних продуктів, рад |                |  | Дія радіоактивного зараження на особовий склад військ   |
|---|---|----------------|--|---|
|   | На зовнішній відносно центру (епіцентру) вибуху межі зони           | Усередині зони | На внутрішній відносно центру (епіцентру) вибуху межі зони |   |
| <b>В</b><br><u>Небезпечного зараження</u> | 1200  | 2200           | 4000   | Можливі тяжкі радіаційні ураження відкрито розташованого особового складу військ навіть під час короткотермінового перебуванні в зоні, особливо в першу добу після її утворення. Радіаційних уражень може уникнути лише особовий склад, що знаходиться в бліндажах і сховищах під час суворого дотримання регламенту дій на зараженій місцевості. |



# Зона надзвичайно небезпечного зараження

## Захист населення і території

| Зона зараження                                 | Доза випромінювання до повного розпаду радіоактивних продуктів, рад |                |  | Дія радіоактивного зараження на особовий склад військ  |
|--|---|----------------|--|--|
|  | На зовнішній відносно центру (епіцентру) вибуху межі зони           | Усередині зони | На внутрішній відносно центру (епіцентру) вибуху межі зони |  |
| Г<br><u>Надзвичайно небезпечного зараження</u> | 4000  | 7000           | Більше 10 000  | Отримують тяжкі радіаційні ураження навіть екіпажі танків, що діють у зоні протягом перших часів після її утворення. Нетривале перебування в зоні особового складу у відкритому положенні можливо лише через тиждень після вибуху. |

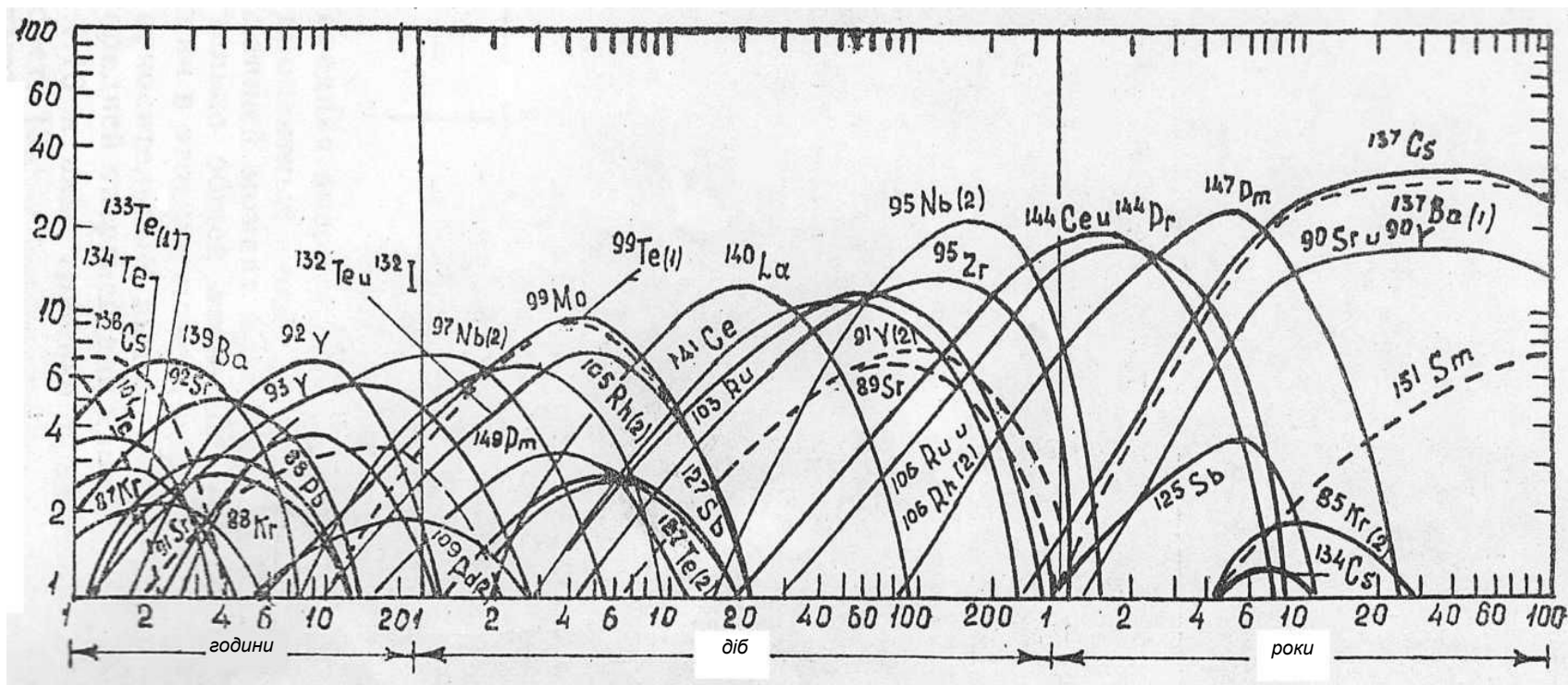




# Зміна відносного вкладу окремих продуктів ЯВ у загальну активність з часом для випадку поділу урану-235 термоядерними нейтронами

## Захист населення і території

від загальної активності, %



Через декілька місяців зникають усі елементи

з періодом піврозпаду менше тижня; через рік 99,9 % активності припадає на долю восьми радіоактивних елементів; через 20 років залишається лише п'ять радіоактивних елементів, а 99,9 % активності припадає лише на два з них – цезій-137 та стронцій-90



Починаючи з першої години після утворення осколків, загальна швидкість їхнього радіоактивного розпаду може бути охарактеризована наступним співвідношенням:

### Захист населення і території

$$\frac{A_2}{A_1} = \left( \frac{t_1}{t_2} \right)^n$$

де  $t_1$  і  $t_2$  – два різних моменти часу після розподілу з інтервалом  $\Delta t = t_2 - t_1$  між ними;

$A_1$  і  $A_2$  – величини активності, що відповідають моментам часу  $t_1$  і  $t_2$  після вибуху;

$n$  – показник ступеня.

Для продуктів вибуху ядерних боєприпасів з урану-235 або плутонію-239 показник ступеня  $n$  доцільно брати рівним 1.2 впродовж тривалого часу.

Коли в продуктах ядерного вибуху присутня велика кількість нептунія-239 і урану-237, то під час термоядерного вибуху, показник ступеня  $n$  упродовж часу до трьох тижнів може бути прийнятий 1.3, а до трьох місяців – 1.5



*Спад активності радіонуклідів під час руйнувань (аварій) АЕС відбувається значно повільніше, ніж у випадку ядерних вибухів тому, що під час експлуатації реактора у ньому накопичуються довгоживучі ізотопи.*

## **Захист населення і території**

**Радіонуклідний склад і активність (Кі) продуктів поділу ядерного вибуху ( $q = 1 \text{ Мт}$ ) та в активній зоні реактора ( $N = 1000 \text{ МВт}$ )**

| Радіонуклід<br>(період піврозпаду) | Активність продуктів на різний час після вибуху<br>(зупинки реактора) |                  |                  |                  |                  |
|------------------------------------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                    | 1 год   | 15 діб           | 3 міс.           | 1 рік            | 10 років         |
| <b>Ядерний вибух</b>               |   |                  |                  |                  |                  |
| Йод-131 (8 діб)                    | $5 \cdot 10^7$  | $4 \cdot 10^7$   | $5 \cdot 10^4$   | 0                | 0                |
| Цезій-137 (30,2 р.)                | $1,8 \cdot 10^5$  | $1,8 \cdot 10^5$ | $1,8 \cdot 10^5$ | $1,8 \cdot 10^5$ | $1,4 \cdot 10^5$ |
| Стронцій-90 (28,5 р.)              | $1,7 \cdot 10^5$  | $1,7 \cdot 10^5$ | $1,7 \cdot 10^5$ | $1,7 \cdot 10^5$ | $1,3 \cdot 10^5$ |
| Усі радіонукліди                   | $5 \cdot 10^{11}$   | $7 \cdot 10^8$   | $9 \cdot 10^7$   | $9 \cdot 10^8$   | $3 \cdot 10^5$   |
| <b>Ядерний реактор</b>             |   |                  |                  |                  |                  |
| Йод-131                            | $9 \cdot 10^7$  | $2,5 \cdot 10^7$ | $3 \cdot 10^4$   | 0                | 0                |
| Цезій-137                          | $1,5 \cdot 10^7$  | $1,5 \cdot 10^7$ | $1,5 \cdot 10^7$ | $1,5 \cdot 10^7$ | $1,2 \cdot 10^7$ |
| Стронцій-90                        | $1 \cdot 10^7$  | $1 \cdot 10^7$   | $1 \cdot 10^7$   | $1 \cdot 10^7$   | $8 \cdot 10^6$   |
| Усі радіонукліди                   | $5,6 \cdot 10^9$  | $1,6 \cdot 10^9$ | $7 \cdot 10^8$   | $2,8 \cdot 10^8$ | $4,4 \cdot 10^7$ |

Так, за 10 год. після зруйнування (аварії) АЕС активність радіонуклідів знижується в 1,7 рази, у той час як у разі ядерного вибуху – у 16 разів, а за 3 доби активність радіонуклідів знижується у 2,5 рази та 170 разів відповідно.