



ННЦ «ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ»

Київського національного університету імені Тараса  
Шевченка

# РАДІОБІОЛОГІЯ

д.б.н., професор кафедри  
біофізики

Мартинюк Віктор Семенович



Київ  
2014

© В.С. Мартинюк



# РАДІОБІОЛОГІЯ



Кафедра Біофізики

## ЛЕКЦІЯ 1.

### 1.1. Вступ.

### 1.2. Радіобіологія як наука.

### 1.3. Історичні нариси радіобіології.

### 1.4. Основні поняття і термінологія радіобіології.

### 1.5. Еволюція теоретичних уявлень про біологічну дію іонізуючого випромінювання.



# РАДІОБІОЛОГІЯ

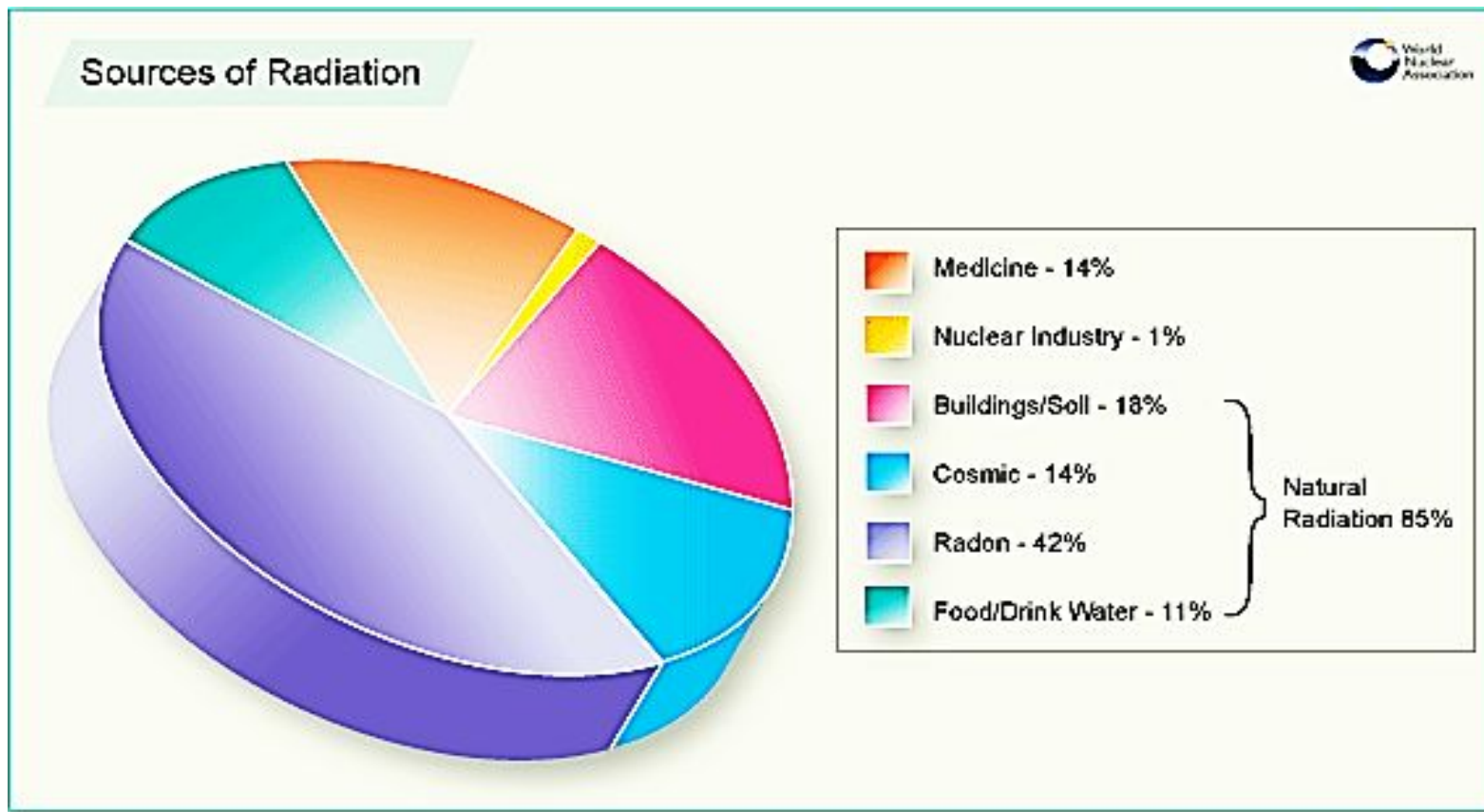


## Основна література:

Гродзинський Д. М. Радіобіологія: Підручник. – К.: Либідь, 2000. – 448 с.

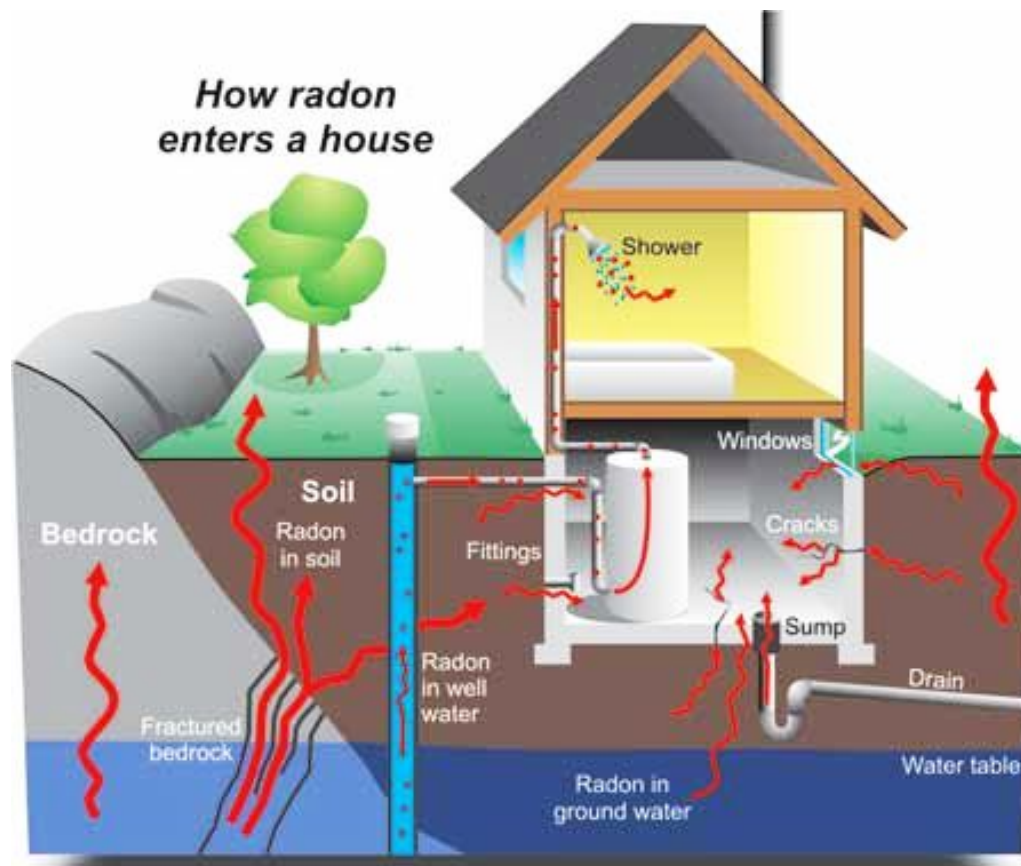
Радіобіологія: підручник / Ю. О. Кутлахмедов, В. М. Войціцький, С. В. Хижняк. – К. : Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2011. – 543 с.

## Ми живемо в океані іонізуючої радіації природного походження

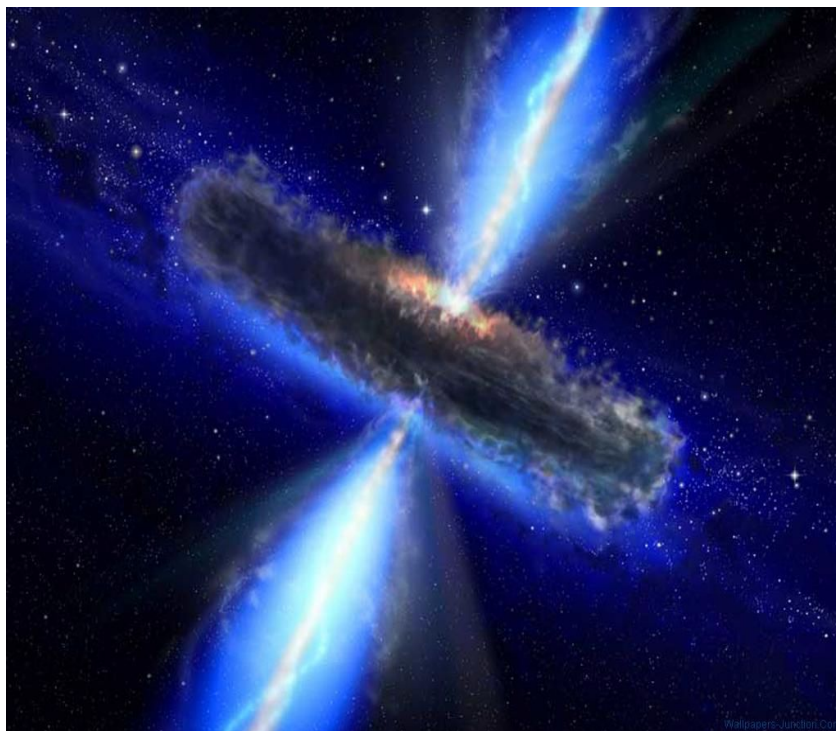


Розподіл дози радіації, що отримує людина, за різними джерелами

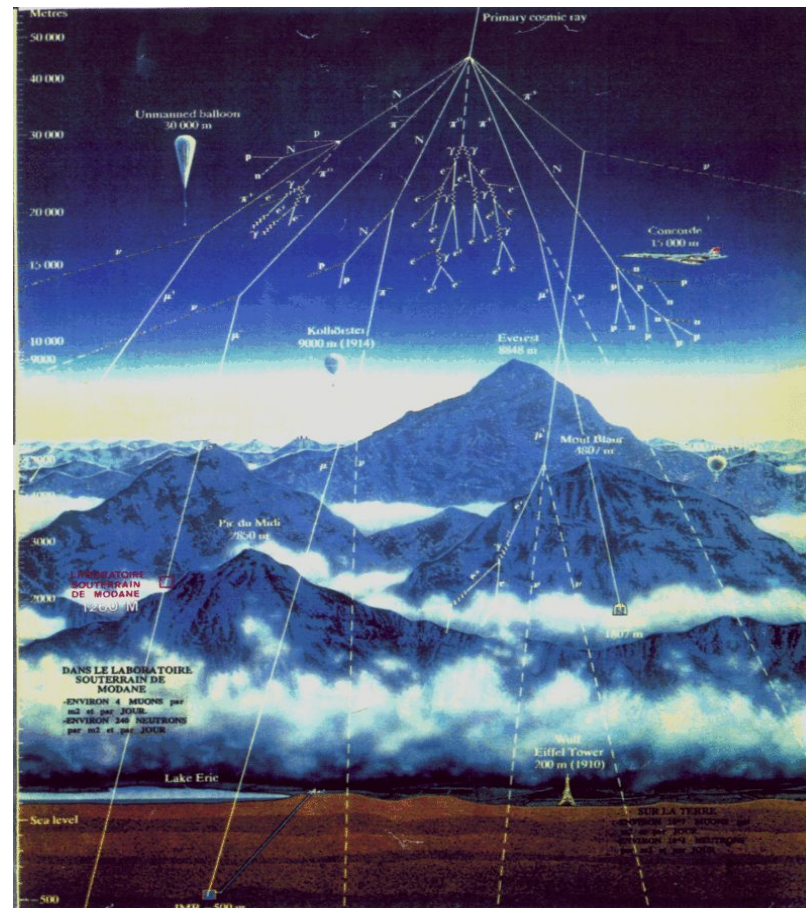
## Ми живемо в океані іонізуючої радіації природного походження



## Ми живемо в океані іонізуючої радіації природного походження



Космічні джерела



## Використання ядерної енергії.

Ядерна енергетика:



Основа ядерної енергетики - атомні електростанції, які забезпечують близько 6 % світового виробництва енергії та 13-14 % електроенергії. За даними МАГАТЕ у 2013 році у світі працювало 437 промислових ядерних реакторів, розташованих на території 31 країни.



# МЕДИЧНА БІОФІЗИКА



Кафедра Біофізики

**Використання ядерної енергії.**

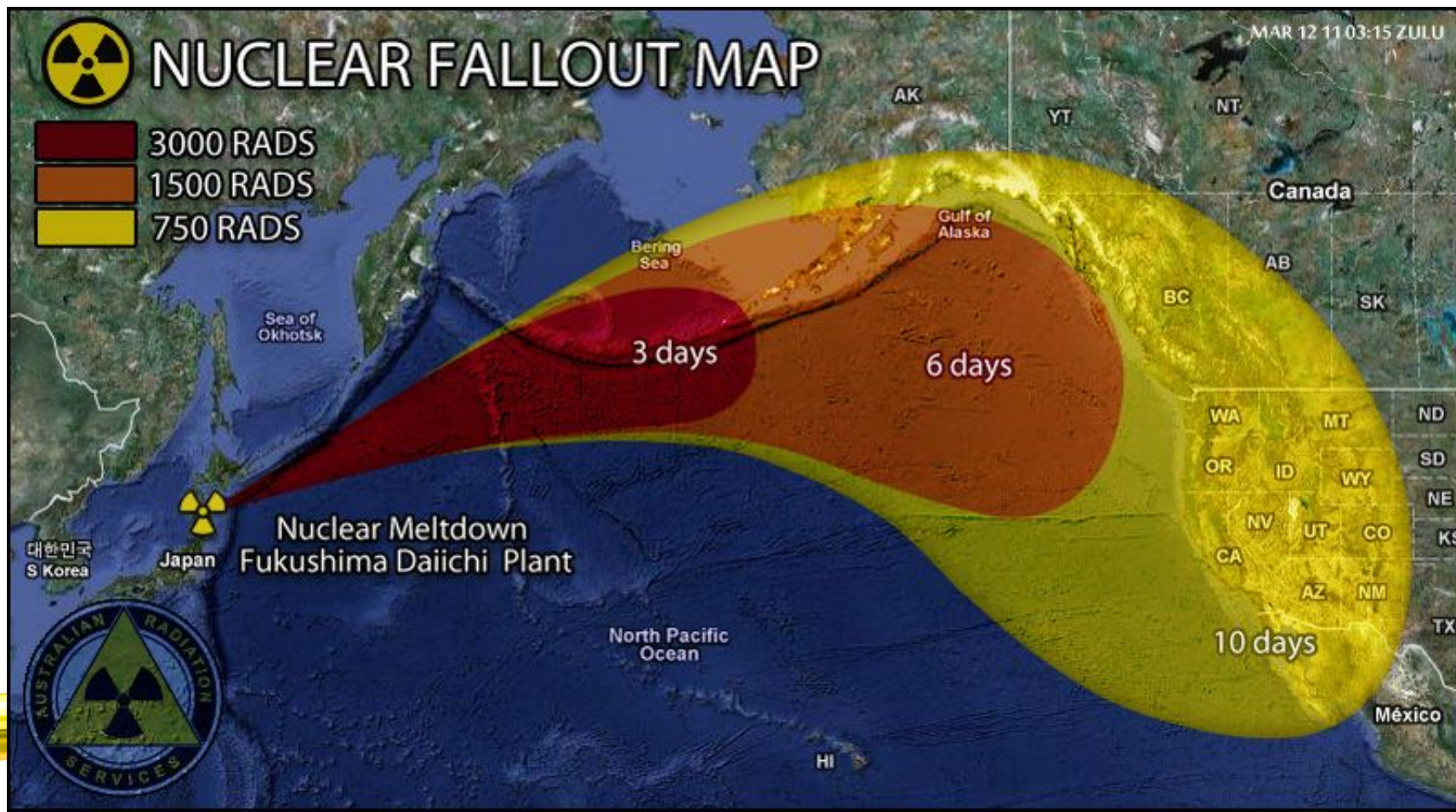
**Ядерна енергетика: радіаційне забруднення після аварії на АЕС, Фукусіма (Японія, 2011).**



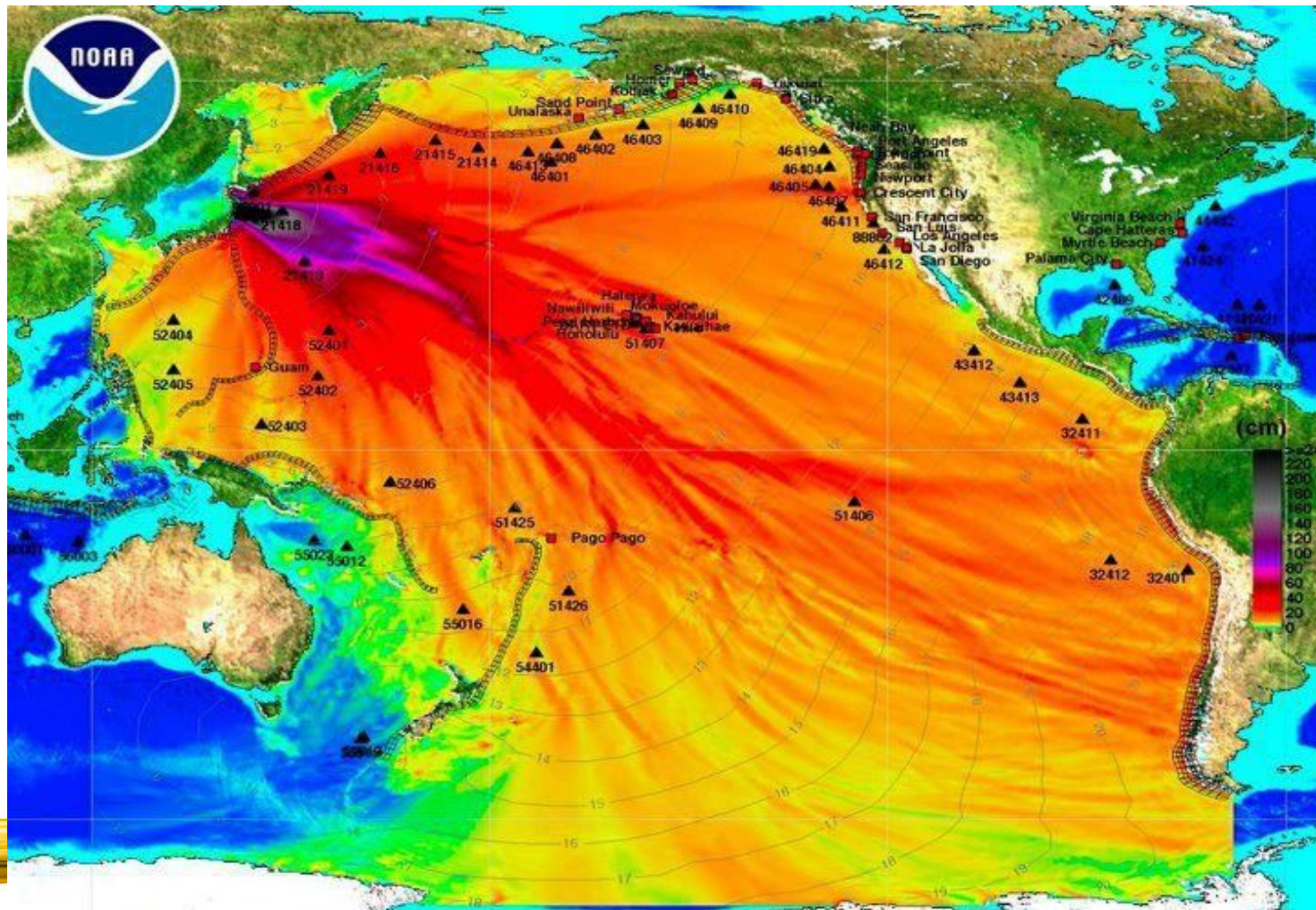


Використання ядерної енергії.

Ядерна енергетика: радіаційне забруднення після аварії на АЕС, Фукусіма (Японія, 2011).



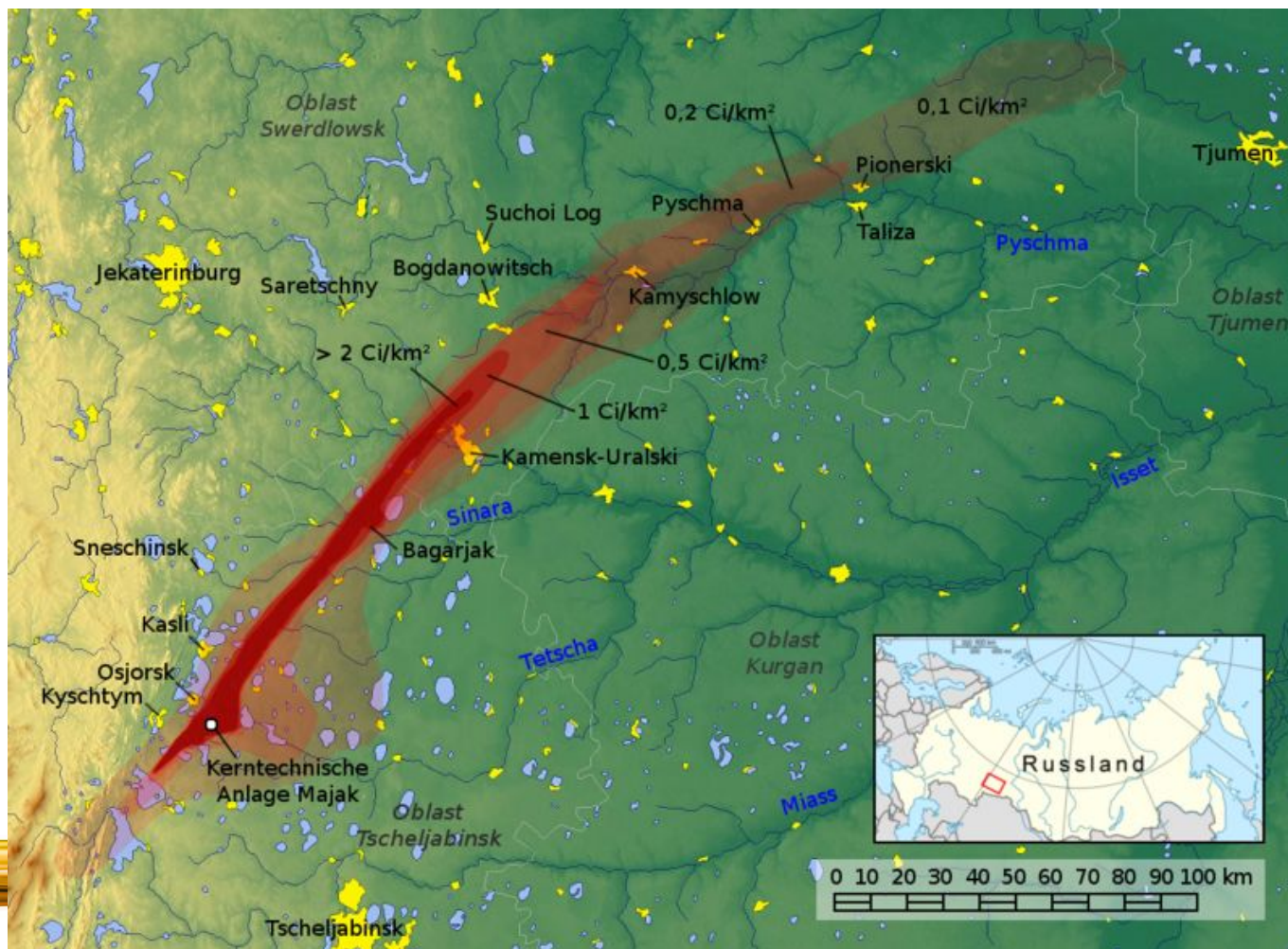
## Ядерна енергетика: радіаційне забруднення після аварії на АЕС, Фукусіма (Японія, 2011).



## Ядерна енергетика: радіаційне забруднення після аварії на АЕС, Чорнобиль (Україна, 1986).



**Ядерна енергетика: радіаційне забруднення після аварії на підприємстві «Челябінськ-40», м. Озерськ (Челябінська область, Росія, 1957).**





# РАДІОБІОЛОГІЯ



## Використання ядерної енергії

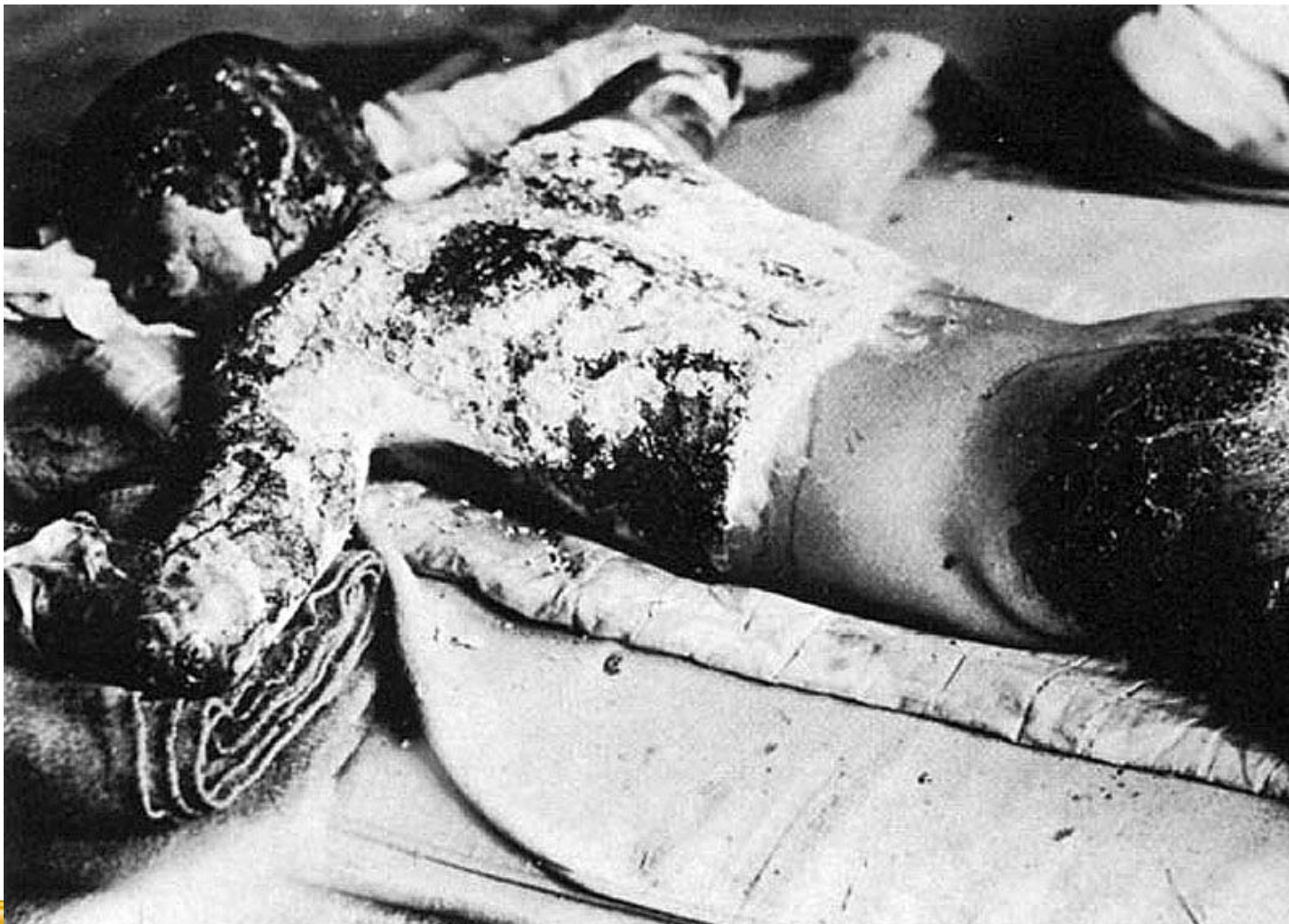
## Ядерна зброя



## Ядерна зброя



## Ядерна зброя



## Техногенні системи на атомній енергії



**Перший в світі атомний лідокол «Ленін»**



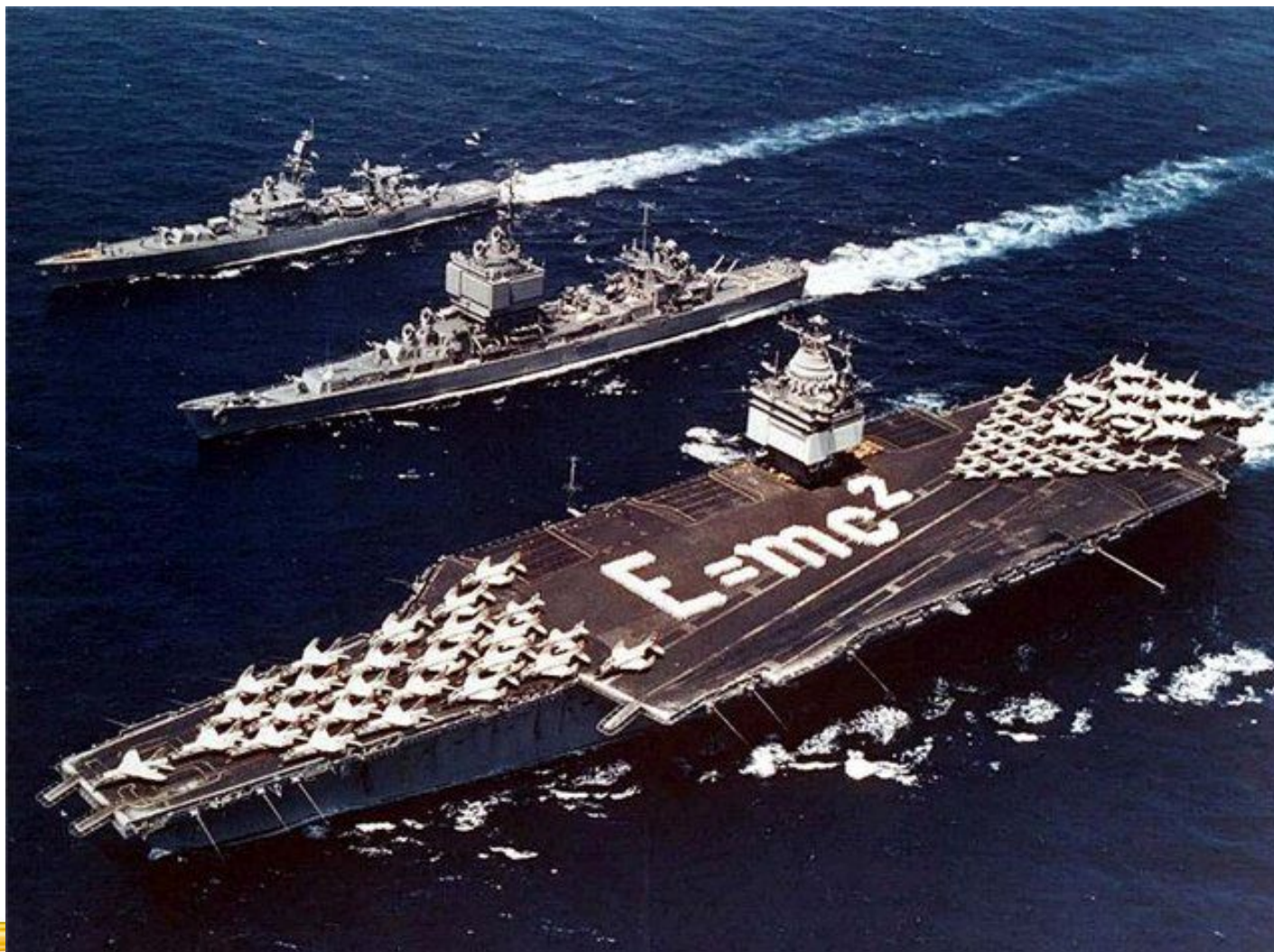


# РАДІОБІОЛОГІЯ



Кафедра Біофізики

## Техногенні системи на атомній енергії



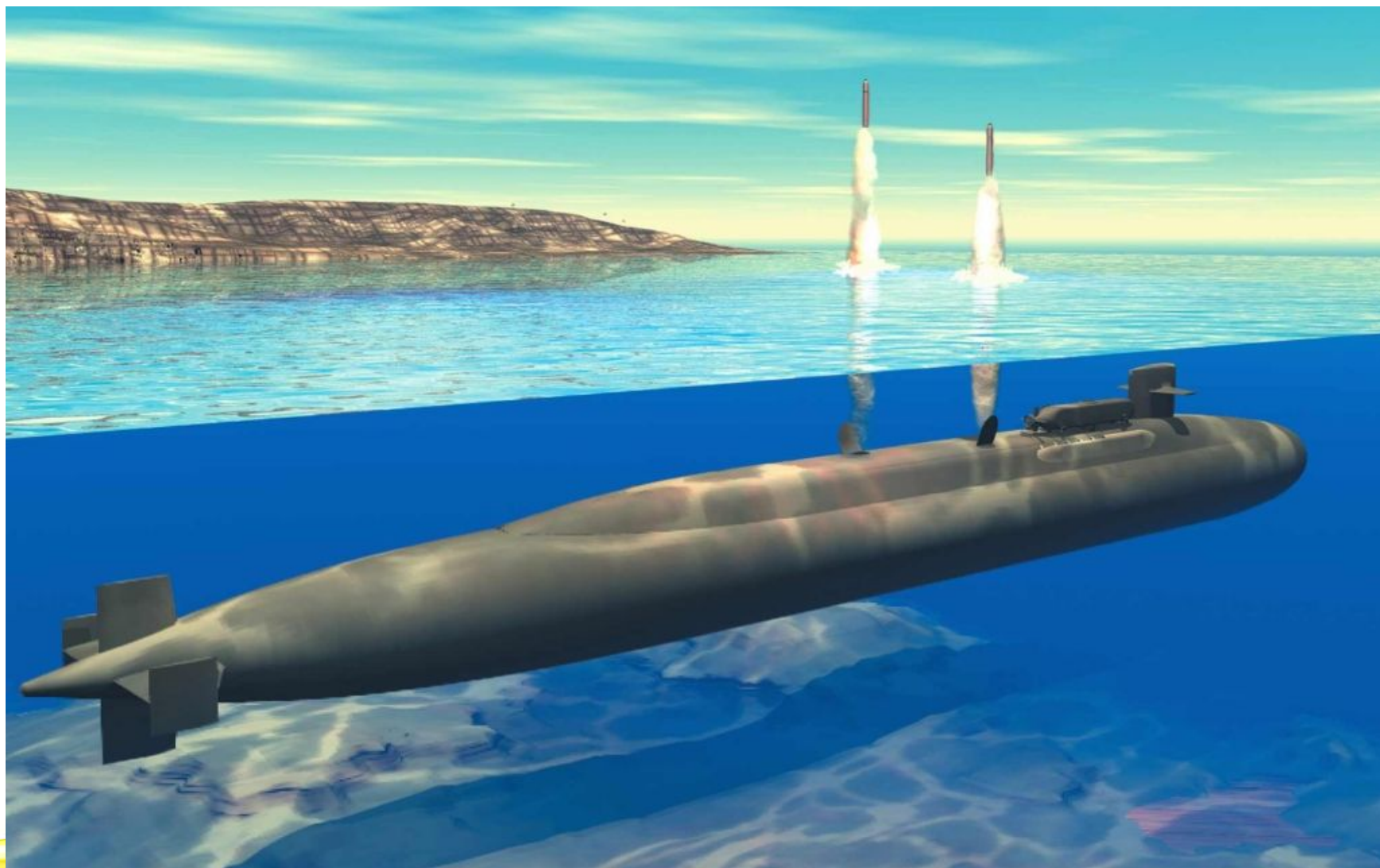


# РАДІОБІОЛОГІЯ

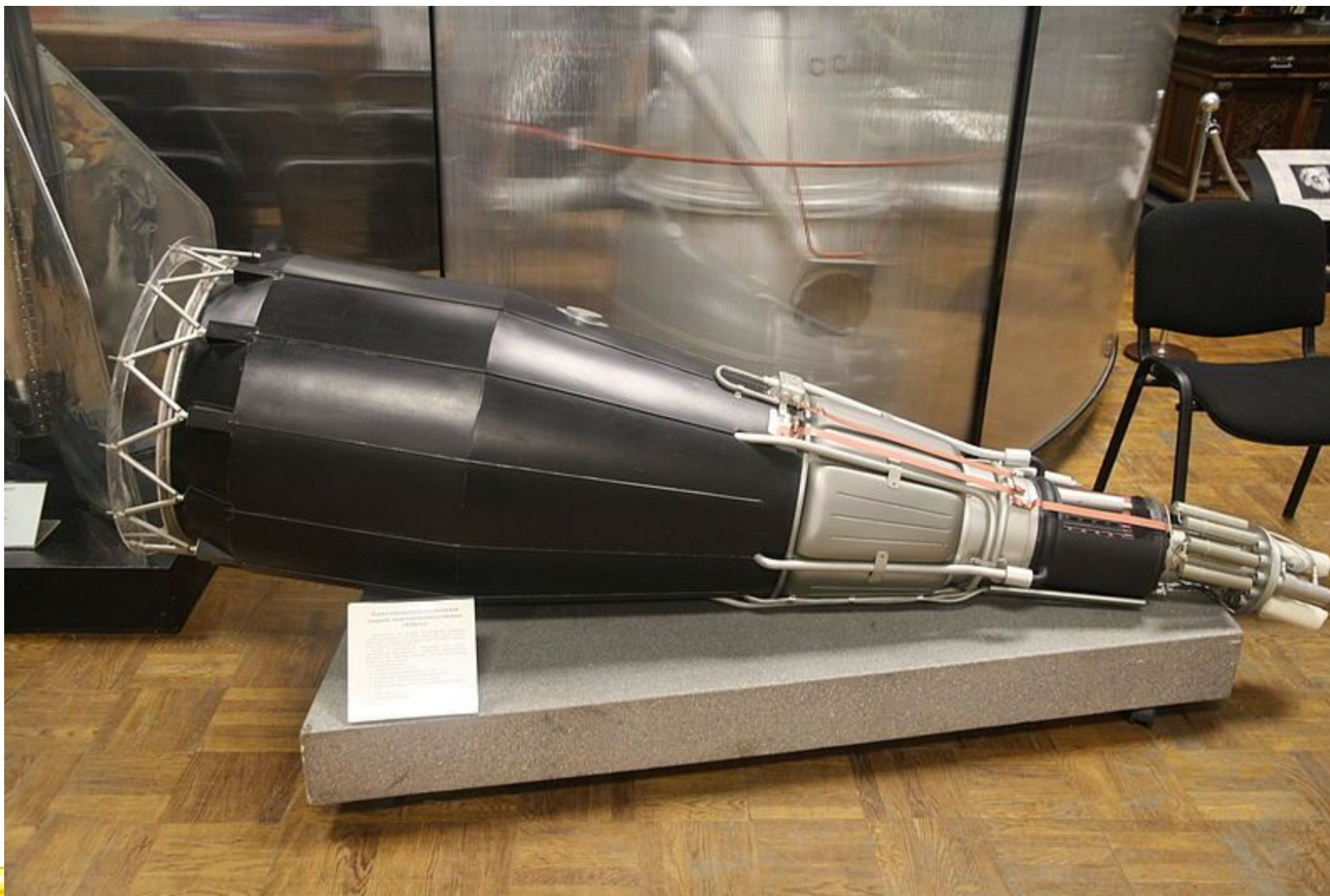


Кафедра Біофізики

## Техногенні системи на атомній енергії



## Ядерні реактори на космічних апаратах

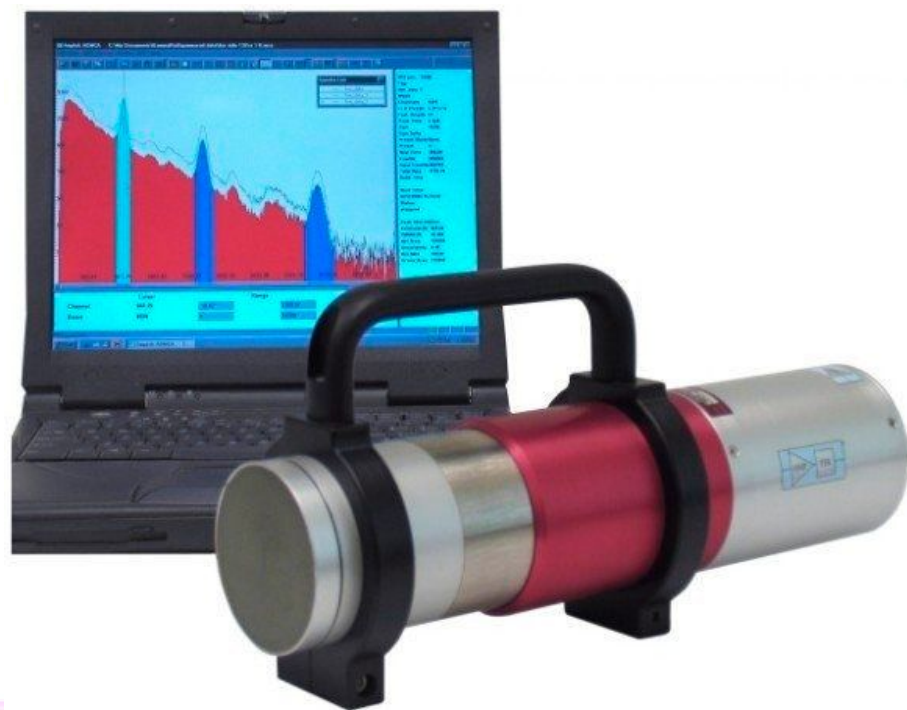


## Використання іонізуючого випромінювання у дослідженнях



**Рентгенфлуоресцентний  
спектрометр**

**Гама-спектрометрія**



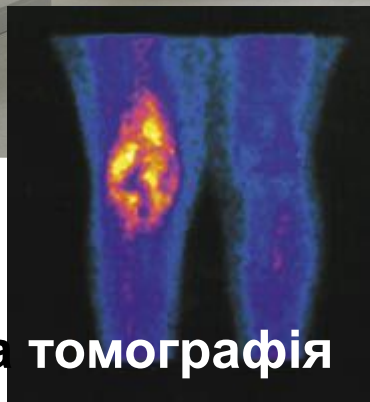
## Використання іонізуючого випромінювання в медицині



### Радіотерапія



### Рентгенівська томографія





# РАДІОБІОЛОГІЯ



## 1.2. Радіобіологія як наука.

***Радіобіологія*** – це самостійна міждисциплінарна наука, що вивчає дію іонізуючого випромінювання на біологічні системи усіх рівнів організації.

Останнім часом спостерігається тренд, коли до радіобіології включають також питання впливу високочастотних електромагнітних полів, які не надають іонізуючого впливу.



# РАДІОБІОЛОГІЯ



## Радіобіологічний парадокс

***Радіобіологічний парадокс*** - поняття в радіобіології , що позначає невідповідність між незначною кількістю поглиненої енергії іонізуючого випромінювання та ступенем реакції біологічного об'єкта, аж до летального результату.

Так , для людини смертельна поглинена доза при одноразовому опроміненні всього тіла гамма-випромінюванням дорівнює 6 Гр (600 рад). Ця доза, перерахована в тепло, викликає нагрівання тіла всього лише на  $0,0014^{\circ}\text{C}$ .

Радіобіологічний парадокс зумовлений тим , що непряме дію радіації на організм значно більше, ніж її пряму дію .



# РАДІОБІОЛОГІЯ



Кафедра Біофізики

## 1.2. Радіобіологія як наука.

Основними напрямками радіобіології є:

1. Дослідження променевих реакцій біологічних об'єктів усіх рівнів організації.
  2. З'ясування причин різної радіочутливості організмів;
  3. Пошук шляхів і засобів захисту організмів від дії іонізуючих випромінювань.
  4. З'ясування механізмів та розробка методів і засобів пострадіаційного відновлення організмів.
  5. Оцінка небезпеки підвищення рівня радіації в навколишньому середовищі.
- Пошук шляхів і методів використання іонізуючих випромінювань в медицині, сільському господарстві та промисловості.





# РАДІОБІОЛОГІЯ



Кафедра Біофізики

## 1.2. Радіобіологія як наука.

***Радіобіологія*** – це міждисциплінарна наука, що вивчає дію іонізуючого випромінювання на біологічні системи усіх рівнів організації – від молекулярного до біосферного.

В радіобіології найчастіше виділяють три головних рівня організації живих систем:

1. Радіобіологія складних систем (екологічні системи, популяції, багатоклітинні організми, органи і тканини).
2. Клітинна радіобіологія (клітини, клітинні органели, біологічні мембрани).
3. Молекулярна радіобіологія (макромолекули, «малі молекули»).



# РАДІОБІОЛОГІЯ



Кафедра Біофізики

**В залежності від біологічних об'єктів, що досліджуються в радіобіології, виділяють:**

- 1.Радіаційна вірусологія.**
- 2.Радіаційна мікробіологія.**
- 3.Радіобіологія найпростіших.**
- 4.Радіобіологію тварин.**
- 5.Радіобіологію рослин.**
- 6.Радіобіологію людини.**



# Радіобіологія як наука



Кафедра Біофізики

## Розділи радіобіології (за Гродзинським )

В залежності від того, яка базова біологічна наука лежить в основі радіобіологічних досліджень, розділяють:

1. Радіаційна біофізика.
2. Радіаційна хімія.
3. Радіаційна біохімія.
4. Радіаційна молекулярна біологія.
5. Радіаційна мембранологія.
6. Клітинна радіобіологія.
7. Радіобіологія клітинних популяцій.
8. Радіаційна цитогенетика.
9. Радіаційна генетика.
10. Радіаційна популяційна генетика.
11. Радіаційна вірусологія.
12. Радіобіологія мікроорганізмів.
  
13. Радіобіологія рослин.
14. Радіаційна селекція.
15. Радіобіологія тварин.
16. Радіобіологія людини.



# РАДІОБІОЛОГІЯ



## 1.2. Радіобіологія як наука.

***Радіобіологія*** також вивчає методи захисту живих організмів від шкідливого впливу іонізуючих випромінювань.

***Радіобіологія*** є фундаментальною базою для розробки застосування іонізуючого випромінювання у селекції рослин, мікробіології, медицині та інших сферах життя людини.

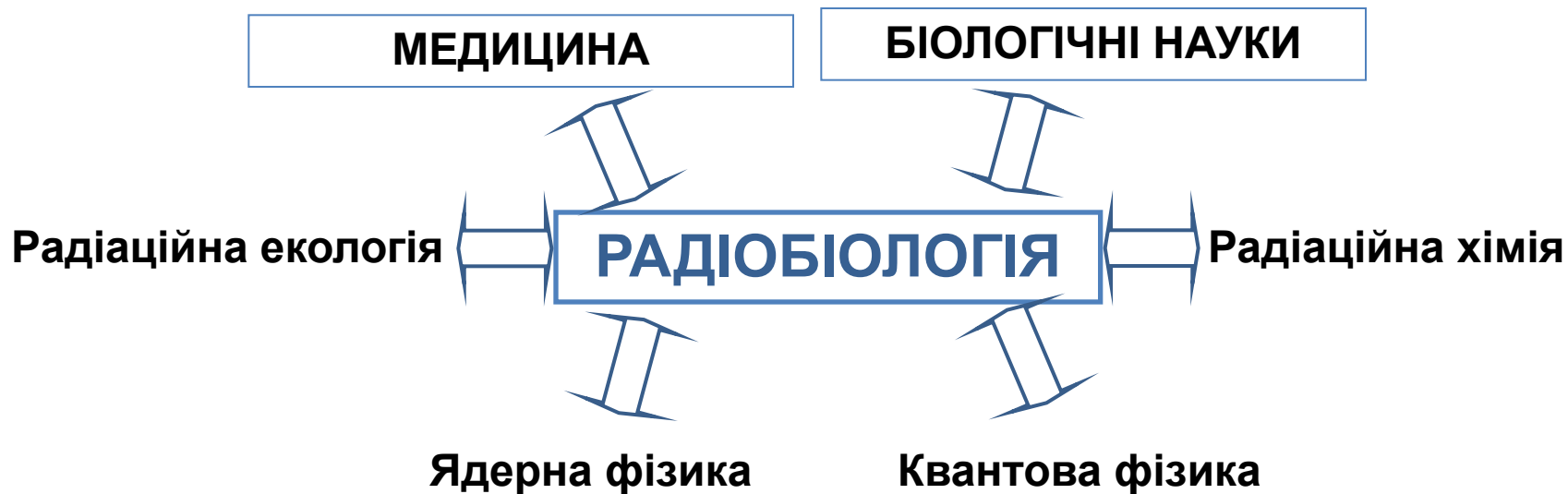


# Радіобіологія як наука



Кафедра Біофізики

**Зв'язок радіобіології з іншими науками.**





# РАДІОБІОЛОГІЯ



## 1.3. Історичні нариси радіобіології.

Історію розвитку радіобіології можна розділити умовно на три етапи:

**Перший етап – з 1895 по 1922 рр.** Описовий етап, накопичення емпіричних даних і перші спроби теоретичного пояснення біологічних ефектів.

**Другий етап – з 1922 по 1945 рр.** Становлення фундаментальних принципів кількісної радіобіології, що пов'язують біологічні ефекти з поглинутою дозою .

**Третій етап – з 1945 по цей час.** Розвиток кількісної радіобіології на всіх рівнях організації живого. Використання ефектів біологічної дії різних видів іонізуючого випромінювання в медицині.



# РАДІОБІОЛОГІЯ



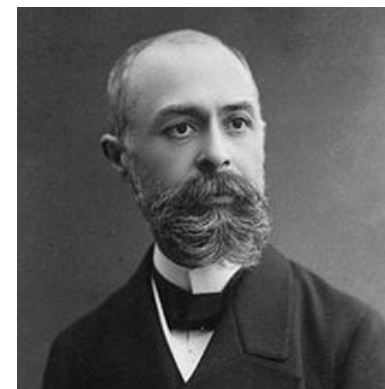
Кафедра Біофізики

Виникнення і становлення сучасної радіобіології пов'язано з декількома фундаментальними відкриттями:

**1895 р.** – відкриття рентгенівських променів  
(*Вільгельм Конрад Рентген*)



**1896 р.** – відкриття природної радіоактивності  
(*Антуан Анрі Беккерель*)



**1907 р.** – відкриття альфа- і бета-променів  
(*Ернест Резерфорд*)





# РАДІОБІОЛОГІЯ



Кафедра Біофізики

Виникнення і становлення сучасної радіобіології пов'язано з деклькома фундаментальними відкриттями:

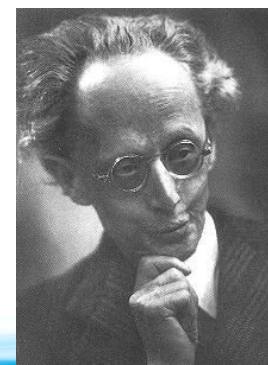
**1989 р.** – виділення чистих радіоактивних препаратів полонію і радію (П'єр Кюрі і Марія Склодовська-Кюрі)



**1903 р.** – відкриття летальної дії радію (Ефім Семенович Лондон)



**1922 р.** – перша теорія, що пояснює радіобіологічні ефекти – теорія актів іонізації в чутливому об'ємі (Фрідрих Дессауер)







# РАДІОБІОЛОГІЯ



Кафедра Біофізики

Виникнення і становлення сучасної радіобіології пов'язано з декількома фундаментальними відкриттями:

**1925 -1927 р.** – відкриття дії радіації на генетичний апарат  
(*Надсон Георгій Адамович, Філіппов Г.С., Герман Джозеф Мюллер*)



**1928 р.** – введення експозиційної дози –  
*рентген*

**1935 р.** – відкриття штучної радіоактивності  
(*Ірен Кюрі і Фредерік Жоліо-Кюрі*)





# РАДІОБІОЛОГІЯ



Кафедра Біофізики

## 1.4. Еволюція теоретичних уявлень про біологічну дію іонізуючого випромінювання

1. Теорія «мішені або влучень» розглядає прямому дію іонізуючого випромінювання на клітини (30-ті роки 20-го ст.). Ґрунтується на ідеях Фридриха Дессауера.
2. Стохастична (ймовірнісна) гіпотеза є подальшим розвитком теорії прямої дії випромінювань. Прибічниками цієї точки зору були О. Хуг і А. Келлерер (1966). Взаємодія випромінювань з клітиною відбувається за принципом вірогідності (випадковості) і що залежність «доза-ефект» обумовлюється не тільки прямим попаданням в молекули і структури - мішені, а й станом біологічного об'єкта як динамічної системи.
3. Теорія радіотоксинів (Тарусов Б. І., Кудряшов Ю. Б.). Вільні радикали та інші радіотоксини можуть виникати при дії радіації, в першу чергу в ліпідних шарах біомембран.



# РАДІОБІОЛОГІЯ



## 1.4. Еволюція теоретичних уявлень про біологічну дію іонізуючого випромінювання.

4. **Метаболічна теорія (Кузін А.М.).** Інтегральна теорія, що пояснює біологічну дію іонізуючих випромінювань деструкцією всіх основних біополімерних молекул, цитоплазматичних і мембранних структур в живій клітині внаслідок прямої і непрямой дії радіації. Порушення структурної організації біоструктур і утворення токсичних продуктів призводить до системних незворотних порушень метаболізму.

5. **Теорія ефекту «свідка»** ґрунтується на уявленнях про ураження клітин, що знаходяться поза зоною впливу радіації. Ця теорія інтегрує уявлення попередніх теорій – теорії мішеней, теорії радіотоксинів і метаболічної теорії.



# РАДІОБІОЛОГІЯ



## 1.5. Розвиток радіобіологічних ефектів у часі на різних рівнях організації живого

1. Фізичні взаємодії іонізуючої радіації з речовиною ( $10^{-12}$ - $10^{-5}$  с).
2. Фізико-хімічні перетворення ( $10^{-5}$ -10 с).
3. Молекулярно-біологічні процеси ( $\sim 10^{-5}$ - 100 с).
4. Клітинні і тканинні радіобіологічні ефекти ( $\sim 10^{-1}$ с - години).
5. Системні біологічні ефекти на рівні організму (години - роки).
6. Біологічні ефекти в популяціях і біоценозах (місяці – десятки років).



# РАДІОБІОЛОГІЯ



**1. Який фактор навколишнього середовища забезпечує найбільший радіаційний вплив на людину?**

**А. Продукти харчування**

**Б. Радон**

**В. Будівельні матеріали**

**Г. Космічні промені**



# РАДІОБІОЛОГІЯ



Кафедра Біофізики

**2. При техногенних аваріях на АЕС найбільш небезпечним є:**

**А. Радіаційне опромінення персоналу**

**Б. Забруднення великих територій радіоактивними нуклідами**

**В. Вплив на екосистему, що оточує АЕС**

**Г. немає точної відповіді**



# РАДІОБІОЛОГІЯ



## 3. Дайте найбільш правильне визначення радіобіології.

**А. Радіобіологія – це самостійна міждисциплінарна наука, що вивчає дію іонізуючого випромінювання на біологічні системи усіх рівнів організації.**

**Б. Радіобіологія – це наука, що вивчає механізми дії іонізуючого випромінювання і засоби захисту від його шкідливого впливу.**

**В. Радіобіологія – це наука, що вивчає променеву хворобу людини і тварин.**

**Г. Радіобіологія – це наука, що розробляє методи застосування іонізуючого випромінювання у селекції рослин, мікробіології, медицині та інших сферах життя людини.**



# РАДІОБІОЛОГІЯ



Кафедра Біофізики

**4. Хто відкрив летальну дію солей радію?**

**А. П'єр Кюрі і Марія Склодовська-Кюрі**

**Б. Ефім Семенович Лондон**

**В. Фрідріх Дессауер**

**Г. Герман Джозеф Мюллер**





# РАДІОБІОЛОГІЯ



## 5. В чому полягає суть теорії «свідка»?

**А. Іонізуючі випромінювання руйнує основні біополімерні молекули, цитоплазматичні і мембранні структури в живій клітині внаслідок прямої і непрямой дії радіації.**

**Б. Ураження клітин відбувається поза зоною впливу радіації внаслідок дії токсичних і сигнальних речовин, що утворились в зоні дії радіації.**

**В. Дія радіації призводить до утворення радіотоксинів, які пошкоджують клітину.**

**Г. Немає правильної відповіді.**

A silhouette of a person stands in the center of the frame, facing forward. Behind them, numerous bright green laser beams radiate outwards in all directions, creating a starburst effect against a dark background. The beams are sharp and vibrant, contrasting sharply with the dark surroundings.

**Дякую за увагу**