

# Радіація:

- ◆ **Види та джерела**
- ◆ **Вплив на організм людини.**



**Підготували:**  
**учні 8 класу**  
**Шелудченко Наталка,**  
**Гусєва Ганна.**  
**Координатор:**  
**вчитель хімії**  
**Лаухіна Г. О.**

**2011**

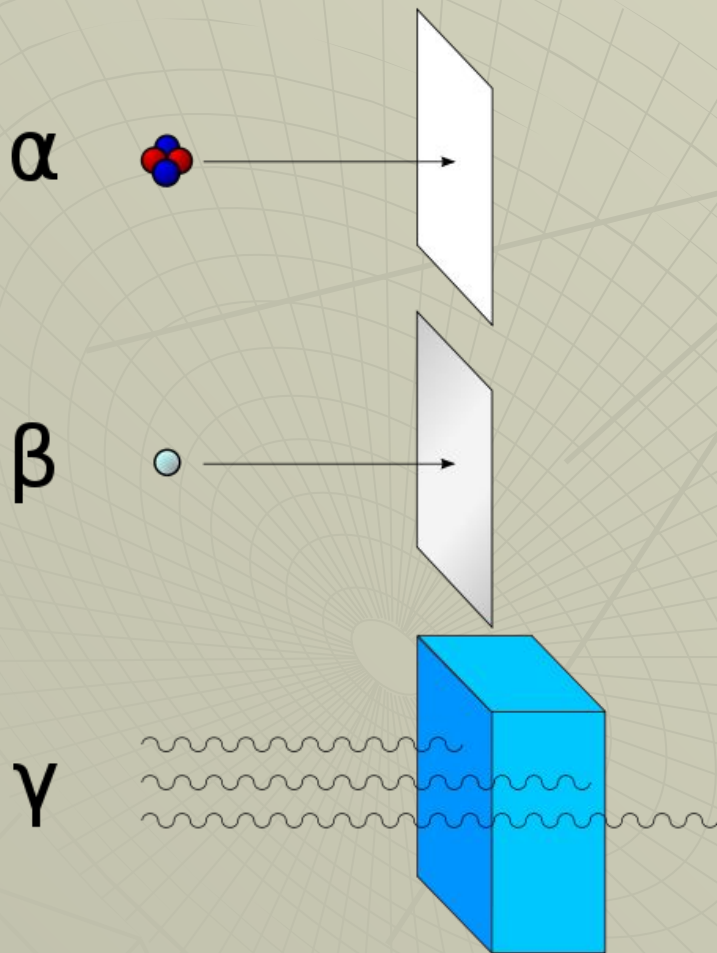
# План

1. **Вступ.**
2. **Радіація та її джерела.**
3. **Радіаційний фон та його значення для еволюції.**
4. **Природні джерела іонізуючого випромінювання.**
  - 1) **Космічне випромінювання.**
    - галактична радіація
    - радіаційні пояси Землі
    - сонячні корпускулярні події
  - 2) **Земна радіація.**
  - 3) **Випромінювання, зумовлене природними радіонуклідами.**
  - 4) **Радіонукліди – наслідок діяльності людини.**
5. **Штучний радіаційний фон.**
  - 1) **Випробування ядерної зброї.**
  - 2) **Атомна енергетика.**
  - 3) **Використання джерел іонізуючого випромінювання в медицині.**
  - 4) **Використання джерел іонізуючого випромінювання в промисловості та наукових дослідженнях.**
  - 5) **Інші джерела опромінення.**
  - 6) **Розподіл радіонуклідів.**
6. **Дія випромінювання на організм.**
7. **Висновок.**

# Радіація та її джерела.

- ♦ Основні джерела опромінення людини включають природні (земна і космічна радіація) й штучні (ядерні вибухи в атмосфері, використання радіації в медицині, атомна енергетика). Частка кожного із наведених джерел, за даними Е. Дж. Холла, становить:  
медичне опромінення — 51,5%,  
природний радіаційний фон — 43,4,  
ядерні випробування — 2,5,  
будівельні матеріали — 2,0,  
атомна енергетика (без обліку аварій) — 0,06,  
польоти на авіалайнерах — 0,03,  
телевізори — 0,28 %.
- ♦ Варто порівняти дози від різноманітних джерел, виражені в днях:  
опромінення від природних джерел — 365 днів/рік,  
повітряних польотів — 0,4,  
використання фосфорних добрив — 0,04,  
виробництво енергії та ТЕЦ — 0,02,  
споживчих товарів — 0,3,  
виробництво ядерної енергії — 0,6,  
ядерних вибухів (середня за 1951—1976 рр.) — 30,  
медичної діагностики — 70 днів/рік.

# Типи йонізуючого випромінювання



- ◆ Проникна здатність найвища в гамма-випромінювання. Людину захистить товстий шар щільного матеріалу.
- ◆ Найнижча вона – в альфа-випромінювання, людину захистить навіть листок паперу.

# Радіаційний фон та його значення для еволюції.

- ♦ Під радіаційним фоном розуміють іонізуюче випромінювання від *природних* джерел земного й космічного походження, а також від *штучних* радіонуклідів, розсіяних у біосфері внаслідок антропогенної діяльності.
- ♦ Розрізняють також технологічно підвищений радіаційний фон, що зумовлений іонізуючим випромінюванням від природних джерел, які зазнали певних змін внаслідок діяльності людини:  
природних радіонуклідів, що надходять до біосфери разом з добутими корисними копалинами (головним чином, мінеральними добривами); від продуктів згоряння органічного палива; будівельних матеріалів, що містять природні радіонукліди. Сюди ж інколи відносять додаткове опромінення в побуті.
- ♦ Внаслідок розпаду природних елементів і утворення нових дочірніх продуктів на кожному етапі розвитку Землі формувався певний радіаційний фон, що забезпечував виникнення і розвиток флори і фауни. На радіаційному фоні, зумовленому надзвичайним розповсюдженням калію, з'явилися і досягли розвитку ссавці й людина. Це підтверджує радіохімічний аналіз археологічних знахідок. Деякі вчені вбачають чималу роль підвищеного природного радіаційного фону в еволюції людини. Про це свідчать і факти: в Південній і Східній Африці, де знаходять залишки австралопітеків, існують потужні поклади уранових руд, в достатку радіоактивної магми. Радіоактивність існувала на Землі задовго до зародження на ній життя. Радіоактивні матеріали є у складі Землі з часу її виникнення.

# Природні джерела іонізуючого випромінювання.

## ***Космічне випромінювання.***

Його поділяють на галактичну радіацію, радіаційні пояси Землі, сонячні корпускулярні події. Первинне *галактичне космічне випромінювання*, що надходить до Сонячної системи з міжзоряного простору, складається в основному з протонів високої енергії (приблизно 90 %) та ядер гелію (α-частинок), які становлять приблизно 9 %. Первинне сонячне космічне іонізуюче випромінювання зумовлене спалахами на Сонці і є рентгенівським випромінюванням.

# Природні джерела іонізуючого випромінювання



# Радіаційні пояси Землі.

- ◆ Навколо Землі є області, в яких магнітне поле «затримує величезну кількість заряджених частинок і змушує їх рухатися між полюсами в різних напрямках по замкнених траєкторіях. Ці шари називають радіаційними поясами, або поясами Ван-Аллена. Розрізняють два пояси: зовнішній і внутрішній. Внутрішній має максимальну густину частинок (здебільшого протонів) над екватором на висоті майже 3 500 км, зовнішній шар - електронний - майже 22 000 км.
- ◆ Потужність поглинутої дози, яка зумовлена первинним космічним випромінюванням, досягає максимуму на висоті 20 км і швидко зменшується зі зниженням. Під час його взаємодії з ядрами атомів, що знаходяться в атмосфері Землі, виникають вторинні частинки випромінювання. Це — вторинне космічне випромінювання. За рахунок високоенергетичного первинного випромінювання утворюються нейтрони, протони й мезони. Випромінювання зі зниженою енергією спричиняють процеси іонізації. Більшість частинок вторинного космічного випромінювання має енергію, якої достатньо для ініціювання взаємодії з ядрами гідрогену, нітрогену, кисню, що знаходяться в атмосфері. Внаслідок цього утворюються космогенні радіонукліди H-3, Be-7, N -22, Na-24, C-11.
- ◆ Основним джерелом опромінення населення Землі є вторинне космічне випромінювання. Оскільки рівень космічного випромінювання збільшується з висотою, під час авіарейсів пасажери можуть зазнавати додаткової дії випромінювання, потужність якого здебільшого залежить від висоти польоту і меншою мірою — від географічної широти і ступеня активності Сонця. Під час космічних польотів космонавти зазнають дії первинного галактичного, сонячного випромінювання і радіаційних поясів Землі.



# Сонячні корпускулярні події.

- ◆ Під час різкого збільшення сонячної активності можливе зростання космічного випромінювання на 4—10 %. Сонячне випромінювання — це електромагнітне і корпускулярне випромінювання Сонця. Електромагнітне випромінювання охоплює діапазон довжин хвиль від гамма-випромінювання до радіохвиль. Його енергетичний максимум припадає на видиму частину спектра, а корпускулярне випромінювання — це, головним чином, протони й електрони. На поверхні Сонця температура досягає 5 700 °С. Сонячні плями час від часу перетворюються на сонячні спалахи, які розвиваються швидко, протягом лічених хвилин. їх можливо передбачити, за винятком того, що вони повторюються кожні 11 років. Під час спалахів Сонце випромінює величезну кількість енергії у вигляді випромінення в зоні видимого, ультрафіолетового і рентгенівського спектрів випромінювання. Усі види хвиль, що утворюються, — світло, радіохвилі, рентгенівські промені — досягають Землі за 8—15 хв після того, як спалах на поверхні Сонця стає видимий, а найменші частинки — корпускули — рухаються зі швидкістю 500— 700 км/с і досягають Землі приблизно за одну добу. Кожний спалах на Сонці впливає на людину, нервові закінчення реагують на малу енергію, причому коливання магнітного поля особливо сильно діють на хворих.
- ◆ Англійський лікар К. Морель у результаті спостережень ще в 1928 р. дійшов висновку, що під час спалахів на Сонці в кілька разів збільшується кількість убивств, самогубств, нападів епілепсії. З плямоутворенням і сонячними циклами пов'язані різноманітні зміни в природі.

# Солнечный спектр



# ***Земна радіація.***

- ◆ Земні джерела радіації становлять велику частину опромінення, на яке наражається людина за рахунок природної радіації. В середньому вони дають понад 5/6 річної ефективної еквівалентної дози, що одержує населення в основному внаслідок внутрішнього опромінення. Земну радіацію створюють радіоактивні елементи, які містяться в земних породах, природному газі, будівельних матеріалах, продуктах харчування, воді, повітрі.

# Випромінювання, зумовлене природними радіонуклідами.

- ♦ Природні радіонукліди поділяють на дві групи: радіонукліди, що безперервно утворюються під час взаємодії космічного випромінювання з ядрами атомів у атмосфері й земній корі (космогенні радіонукліди), і радіонукліди, які є в навколишньому середовищі з моменту утворення Землі, а також продукти їх розпаду.
- ♦ *Космогенні радіонукліди* істотно не збільшують дозоопромінення на Землі. Крім них, **в** атмосферному повітрі є велика кількість земних радіонуклідів у вигляді аерозолів і газів. Насамперед це —  $^{222}\text{Rn}$ , джерелом якого є  $^{226}\text{Rn}$ , що міститься в ґрунті та гірських породах. Концентрація  $^{222}\text{Rn}$  у приземному шарі повітря залежить не лише від кількості  $^{226}\text{Rn}$  у цій породі, а й від будови породи й інтенсивності обміну ґрунтового повітря з атмосферним.
- ♦ Другим елементом, що формує радіаційний фон атмосфери, є  $^{230}\text{Th}$ . В атмосфері менше  $^{230}\text{Th}$ , ніж  $^{222}\text{Rn}$ , оскільки період його напіврозпаду вдвічі коротший. Проте на висоті кількох метрів над поверхнею Землі значення їх концентрацій близькі, тому що швидкість видалення  $^{230}\text{Th}$  з ґрунту вища, ніж  $^{222}\text{Rn}$ . Серед радіонуклідів земного походження основний внесок у формування радіаційної дози роблять  $^{40}\text{K}$ ,  $^{82}\text{Rb}$ , радіонукліди родин  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ . Питома радіоактивність природних радіонуклідів у ґрунті залежить від активності гірських порід, процесів вилуговування ґрунтів ґрунтовими водами, сорбції радіонуклідів ґрунтами.
- ♦ Природні радіонукліди з гірських порід на поверхню Землі мігрують здебільшого з підземними водами, радіоактивність яких зумовлена в основному присутністю радю, радону, урану і залежить від гідрогеологічних і фізико-хімічних процесів.

# Радіонукліди – наслідок діяльності людини.

- ◆ Внаслідок діяльності людини рівень природних радіонуклідів у навколишньому середовищі підвищується. До основних джерел забруднення належать:
  - мінеральні добрива;
  - будівельні матеріали;
  - стічні води рудників, підприємств зі збагачення урану, з виробництва мінеральних добрив, газоаерозольні викиди в атмосферу продуктів спалювання викопного палива;
  - речовини, що утворюються під час спалювання тютюну.
- ◆ Серед мінеральних добрив найбільше природних радіонуклідів міститься у фосфатних, де радіонукліди представлено переважно родинами урану й торію. Радіонукліди можуть негативно впливати на людину, надходячи до організму переважно з продуктами харчування і водою, а також на тих осіб, які займаються виробництвом добрив, їх транспортуванням, зберіганням.
- ◆ Застосування деяких будівельних матеріалів з підвищеним вмістом радіонуклідів  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Rn}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{230}\text{Th}$  може бути додатковим джерелом опромінення людини, хоч будівельні матеріали і захищають від зовнішнього опромінення. Якщо прийняти, що густина будівельного матеріалу дорівнює  $1,6 \text{ г/см}^3$ , то стіна завтовшки 50 см поглинатиме все зовнішнє фонове випромінювання, а завтовшки 10 см — знижуватиме потужність дози зовнішнього опромінення вдвічі.

# Штучний радіаційний фон.

Штучні джерела радіації поділяють на такі, що забруднюють і не забруднюють довкілля. До першої групи належать: випробування ядерної зброї, промислові ядерні вибухи, підприємства ядерної енергетики; до другої — джерела випромінювання, що використовуються в медицині, а також деякі споживчі товари.

# Випробування ядерної зброї.

- ♦ Ядерні вибухи поділяють на: повітряні, наземні, підземні і підводні. Найбільшу небезпеку як чинник загального забруднення довкілля становлять вибухи в атмосфері. Вперше в історії випробування ядерної бомби було проведено 16 липня 1945 р. в США; 2 і 3 бомби було підірвано 6 і 9 серпня 1945 р. над японськими містами Хіросімою і Нагасакі. Випробування першої ядерної бомби СРСР відбулося у вересні 1949 р. Термоядерну зброю було випробувано в США в 1952 р., в СРСР — 1953 р. Найінтенсивніші вибухи припадають на періоди 1954-1958 рр., 1961-1962 рр. У 1962 р. було підірвано 70 бомб загальною потужністю майже 200 Мт. Уже в 1963 р. у всьому світі вміст найнесприятливіших для організму людини радіонуклідів  $^{91}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  підвищився в 4— 8 рази, а в організмі людей, які жили в районах, що прилягають до випробувальних полігонів, їх концентрація підвищилася більше, ніж у 100 разів.
- ♦ За ініціативою СРСР в 1963 р. між СРСР, США й Англією був підписаний договір про припинення ядерних випробувань в атмосфері, під водою і в космосі.

# Атомна енергетика.



- ♦ На атомному підприємстві кожний із технологічних процесів пов'язаний з певним ризиком: видобування і збагачення уранової руди, виготовлення тепловидільних елементів (твелів), виробництво енергії, вторинна переробка відпрацьованого палива, зберігання і поховання радіоактивних відходів.
- ♦ До енергетичних установок, що використовують ядерне паливо, належать атомні електростанції (АЕС), атомні теплові електроцентралі (АТЕЦ), атомні станції теплопостачання (АСТ).
- ♦ АЕС обладнано переважно реакторами двох типів: корпусними — ВВЕР-1000 (вода перебуває під тиском) потужністю 1 млн. Вт і канальними — РВПК-1000 (водографітовими) потужністю до 2 400 кВт.
- ♦ АЕС мають переваги порівняно з іншими. Вони не використовують дефіцитне паливо, а також атмосферний кисень і не забруднюють довкілля, їх використання можливе в районах з обмеженими ресурсами палива й води. Недоліки: утворюються шкідливі радіаційні відходи (методи знешкодження яких поки відсутні); термін дії станції обмежений, по його закінченні реактори необхідно зупинити й демонтувати.



# ***Використання джерел іонізуючого випромінювання медицині.***

- ◆ У медицині джерела іонізуючого випромінювання (ДІВ) використовуються для рентгено- та радіонуклідної діагностики, променевої терапії.
- ◆ Рентгенодіагностику проводять за допомогою рентгенівських установок. Залежно від засобу отримання зображення розрізняють: рентгеноскопію, рентгенографію, флюорографію, ксерографію. За визначеною дозою, яку отримує пацієнт, методи рентгенодіагностики можливо розмістити таким чином: рентгеноскопія (найбільша доза), ксерографія, рентгенографія, флюорографія. З моменту відкриття рентгенівських променів найзначнішим досягненням у розробці методів рентгенодіагностики є комп'ютерна томографія, що дає змогу зменшити дозу опромінення різних частин тіла в кілька разів.
- ◆ Радіонуклідна діагностика базується на використанні мічених радіонуклідами сполук, які мають незначну токсичність і характерні біологічні властивості. Як мітки використовують  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{131}\text{I}$ .
- ◆ У медичній та ветеринарній практиці радіонукліди використовуються для діагностики й лікування різних захворювань, а також для стерилізації медичних матеріалів, виробів та медикаментів. У клініках працюють за 130 радіодіагностичними і 20 радіотерапевтичними методиками із застосуванням відкритих радіофармакологічних препаратів і закритих ізотопних джерел випромінювання. З цією метою використовують понад 60 радіонуклідів.

# **Використання джерел іонізуючого випромінювання в промисловості та наукових дослідженнях.**

- ◆ За допомогою методу ізотопних індикаторів проводять дослідження в біохімії (вивчення обміну речовин, будови і механізму біосинтезу білків, нуклеїнових кислот в організмі), фізіології (міграція іонів і різних сполук, процесів всмоктування, поведінки і ролі мікроелементів), фармакології і токсикології (вивчення поведінки лікарських препаратів і токсичних сполук, шляхів і швидкості накопичення, розподілу, виведення), мікробіології, гігієни та радіаційної екології (вивчення забруднення шкідливими речовинами і дезактивація виробництва, навколишнього середовища).
- ◆ За сучасної точності радіоактивних вимірів вуглецевим методом можна визначити біологічний вік об'єкта дослідження. З припиненням життя надходження  $^{14}\text{C}$  припиняється, і кількість його зменшується з періодом напіврозпаду 5 570 років. Цей метод частіше застосовується під час визначення віку археологічних пам'яток.
- ◆ Радіаційна обробка харчових продуктів полягає в дії іонізуючого випромінювання ( $\gamma$ -випромінювання, або потік прискорених електронів) на сировину або харчові продукти, що зазнали кулінарної обробки з метою знищення патогенних мікробів і шкідників, зниження втрат під час зберігання. Міністерство охорони здоров'я України дало дозвіл на радіаційну обробку картоплі, цибулі, харчової пшениці та борошна, сухофруктів, окремих видів морської свіжої та копченої риби. При цьому енергія випромінювання не повинна перевищувати 10 MeV.

# Інші джерела опромінення.

- ♦ Людина зазнає підвищених доз опромінення за рахунок техногенного радіаційного фону. Цей фон зумовлений природними та штучними джерелами, які утворюються під час згоряння вугілля і газу, роботи ТЕЦ, у разі порушення технології зберігання і використання мінеральних добрив, використання будівельних матеріалів і предметів широкого вжитку, що містять радіонукліди.
- ♦ Згоряння вугілля на ТЕЦ — одне із джерел підвищення рівня опромінення від елементів, які зустрічаються в природі та потрапляють до організму з повітрям. Під час згоряння органічного палива до атмосфери потрапляє приблизно до 20 радіоізотопів.
- ♦ Поклади фосфатів містять радіоактивні речовини, концентрації яких відносно високі. Частина добутої фосфатної руди переробляється на добрива, частина — йде до відвалу. Деякі споживчі товари містять радіоактивні речовини. Серед них радіолюмінісцентні, електронні, електричні, антистатичні прилади, детектори газу й аерозолі, керамічні, скляні вироби, вироби зі сплавів. У багатьох країнах прийнято радіаційні норми, що регулюють припустимі рівні опромінення від цих товарів.
- ♦ Кольорові телевізори — потенційні джерела опромінення рентгенівським випромінюванням. Слід пам'ятати, що головними чинниками впливу на дозу опромінення є тривалість перегляду телепередач та відстань від телевізора. Особливо шкідливим є бокове світіння, більшість телевізорів, комп'ютерів захищено свинцевим екраном, але жорстке рентгенівське опромінення надходить збоку.

# Розподіл радіонуклідів

- ♦ Важливу роль у розподілі ізотопів, що потрапили на поверхню Землі, відіграють топографічні й погодні умови. Із крутих схилів речовини разом з частками ґрунту зносяться потоками атмосферних опадів. У таких випадках вони накопичуються на понижених ділянках рельєфу.
- ♦ Із ґрунту радіонукліди потрапляють до рослин і далі по харчових ланцюгах — до організму людини. У цілому за рахунок механічного перерозподілу ґрунт губить на рік до 2,59 %  $^{90}\text{Sr}$  і 0,7 %  $^{137}\text{Cs}$ . Радіоізотопи проникають до наземних частин рослин чи затримуються в кореневій системі.  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  легко надходять до всіх органів рослини. Інтенсивність накопичування радіонуклідів рослинами може бути зменшена за рахунок внесення в ґрунт мінеральних добрив. Так, інтенсивність накопичування в рослинах  $^{90}\text{Sr}$  зменшується при збагаченні ґрунту кальцієм,  $^{137}\text{Cs}$  — калієм. Інший шлях надходження радіонуклідів до рослини — через наземні органи.  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  мають величезну рухливість: через 90 год. після потраплення на листок рослини вони виявляються і в коренях, і в квітках, тому багаторічні лугові трави накопичують більшу кількість радіоактивних речовин порівняно з однорічними рослинами. Чималу спроможність накопичувати радіоактивні речовини мають мохи, лишайники, чай.
- ♦ Накопичення радіонуклідів в організмі тварин залежить від умов харчування, тривалості життя, фізіологічних особливостей. Наприклад, яловичина накопичує більшу кількість радіонуклідів порівняно зі свининою за умови випасного утримання. В організмах тварин  $^{137}\text{Cs}$  концентрується головним чином у м'язовій тканині, а  $^{90}\text{Sr}$  — у кістках. Виведення цих нуклідів залежить від періоду лактації і продуктивності тварин: чим вищий добовий надій корови, тим менша концентрація цих нуклідів у молоці. На вміст радіонуклідів у м'ясі свиней істотно впливає режим годівлі.
- ♦ Небезпечна і повторна міграція радіонуклідів у ґрунт разом із гноєм, що спричиняє забруднення нових територій.
- ♦ Опромінення людини здійснюється за рахунок таких радіонуклідів:  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{85}\text{Cr}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{140}\text{Ba}$ . Із них найбільшу потенційну небезпеку для організму людини являють  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  (період напіврозпаду 28,6 і 30 років), дуже небезпечним є також  $^{239}\text{Pu}$ , радіоактивність якого в організмі в 100 разів вища, ніж  $^{90}\text{Sr}$ .

# Дія доз випромінювання на організм.

Доза випромінювання	Дія радіації на організм.
10000 рад (100 Гр.)	Летальна доза, смерть настає через кілька годин або днів від ушкодження центральної нервової системи.
1000 - 5000 рад (10-50 Гр.)	Летальна доза, смерть настає через одну-дві тижнів від внутрішніх кровотеч (потоншуються клітинні мембрани), в основному в шлунково-кишковому тракті.
300-500 рад (3-5 Гр.)	Летальна доза, половина опромінених умирають протягом одного-двох місяців від ураження клітин кісткового мозку.
150-200 рад (1,5-2 Гр.)	Первинна променева хвороба (склеротичні процес, зміни в статевій системі, катаракта, імунні хвороби, рак). Тяжкість й симптоми залежать від дози випромінювання і його типу.
100 рад (1 Гр)	Короткочасна стерилізація: втрата здатності мати потомство
30 рад	Опромінення при рентгені шлунка (місцеве).
25 рад (0,25 Гр.)	Доза виправданого ризику в надзвичайних обставинах.

# Дія доз випромінювання на організм.

<b>Доза випромінювання</b>	<b>Дія радіації на організм.</b>
<b>10 рад (0,1 Гр.)</b>	<b>Імовірність мутації збільшується в 2 рази.</b>
<b>3 рад</b>	<b>Опромінення при рентгені зубів.</b>
<b>2 рад (0,02 Гр) в год</b>	<b>Доза опромінення, одержувана персоналом, що працює із джерелом іонізуючого випромінювання.</b>
<b>0,2 рад (0,002 Гр. або 200 мілірад) в рік</b>	<b>Доза опромінення, що одержують співробітники промислових підприємств, об'єктів радіаційно-ядерних технологій.</b>
<b>0,1 рад (0,001 Гр.) в рік</b>	<b>Доза опромінення, одержувана середнь-статистичною людиною.</b>
<b>0,1-0,2 рад в рік</b>	<b>Природний радіаційний фон Землі.</b>
<b>84 мікрорад/год</b>	<b>Політ на літаку на висоті 8 км.</b>
<b>1 мікрорад</b>	<b>1,5 години перегляду телевізора.</b>

# Органи, що найбільш піддаються опроміненню



- ◆ Найбільш піддаються опроміненню легені, шлунок, кишечник, статеві система, кістковий мозок та шкіра.

# Висновок

- ◆ Оскільки позбавитися від радіаційного фону неможливо, то велику увагу необхідно приділяти питанням адаптації населення до умов проживання на території, що зазнала радіаційного забруднення.
- ◆ Вивчаючи вплив різних факторів навколишнього середовища на організм людини, можна сформулювати мотивацію на здоровий спосіб життя.