

Лекція 5

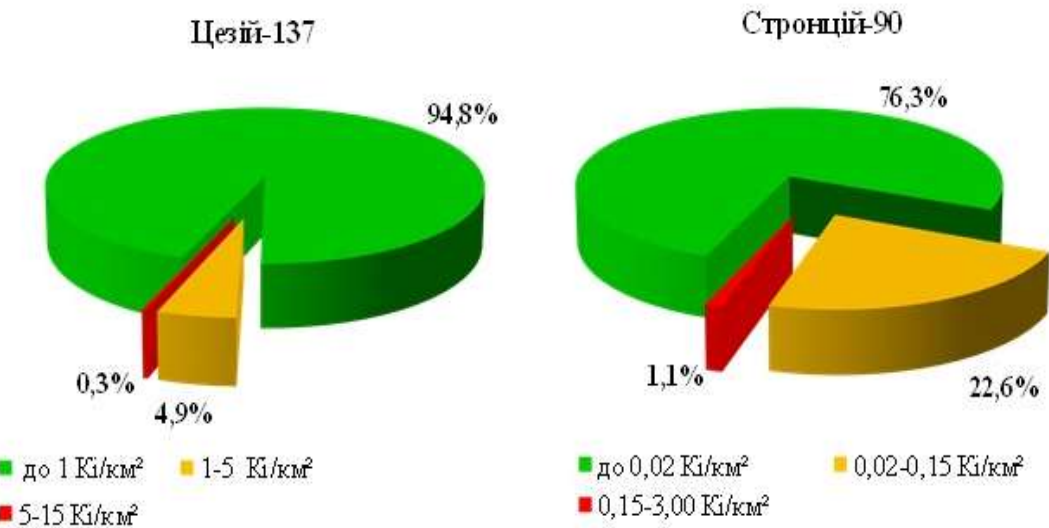
Забруднення ґрунту радіонуклідами

Проф. Булигін С.Ю.

План

- 1. Радіонукліди та іонізуюче випромінювання (радіоактивність)
- 2. Радіоактивність ґрунту
- 3. Штучна радіоактивність
- 4. Динаміка радіоактивних елементів у ґрунтах

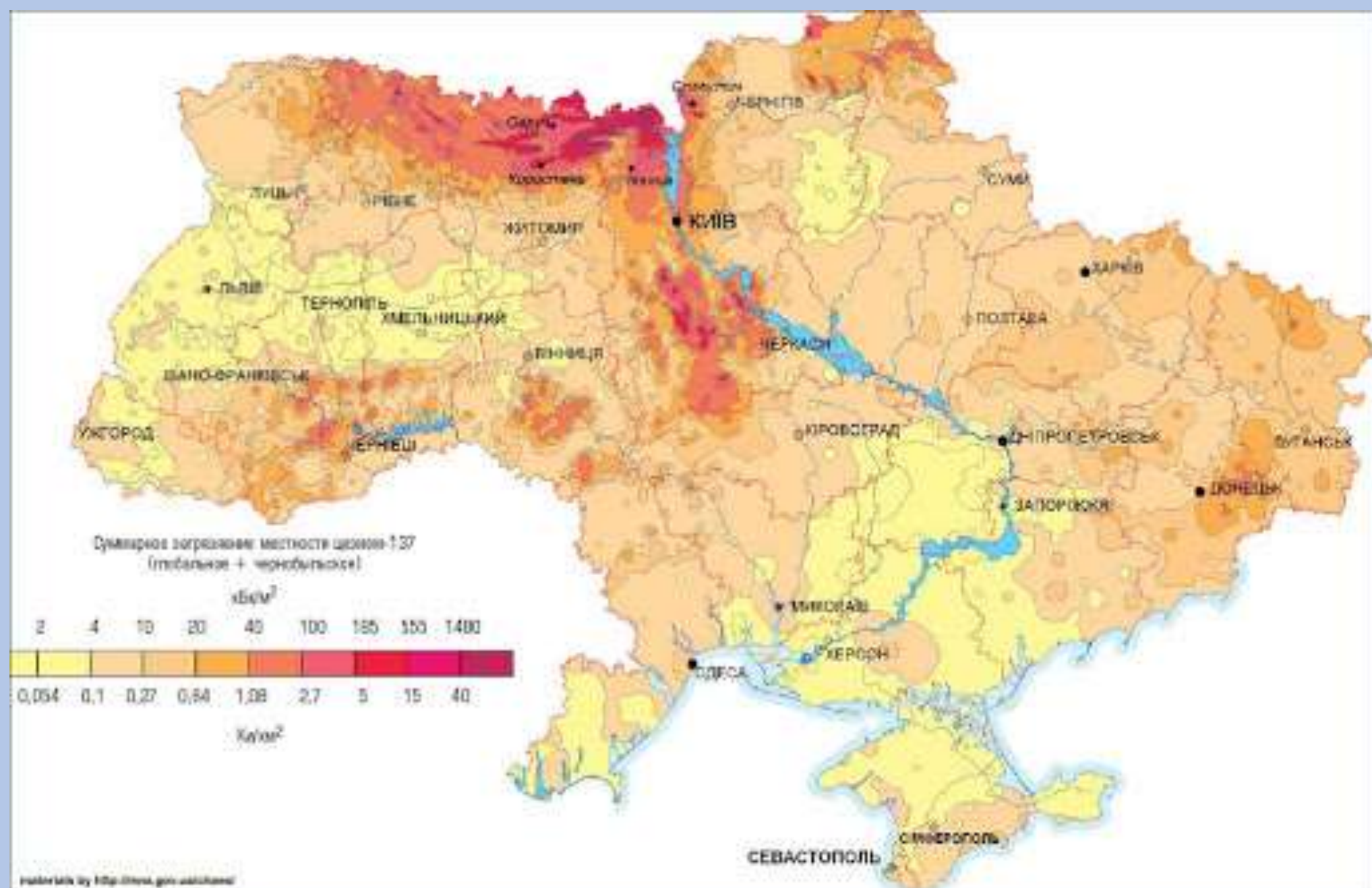
РОЗПОДІЛ ПЛОЩ ЗА ЩІЛЬНІСТЮ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ РАДІОНУКЛІДАМИ
В 12 ПОСТРАЖДАЛИХ ОБЛАСТЯХ (% до обстеженої)



■ - умовно чисті території, ведення сільського господарства без обмежень

Області, що постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС: Вінницька, Волинська, Житомирська, Івано-Франківська, Київська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька, Чернігівська



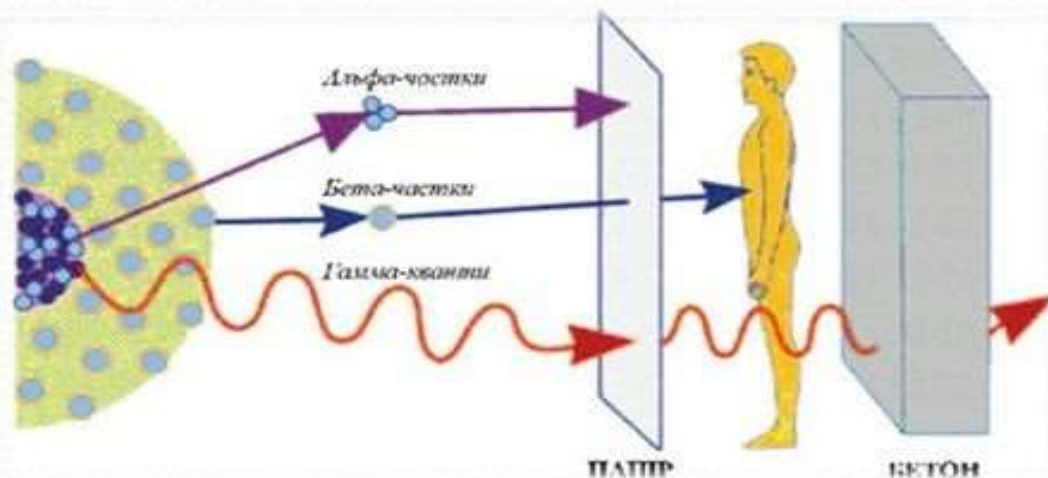


Групування ґрунтів за щільністю забруднення цезієм ^{137}Cs та стронцієм ^{90}Sr , Кі/км^2

Радіонукліди	Зона			
	умовно чиста	посиленого контролю	добровільного гарантованого відселення	обов'язкового відселення
^{137}Cs	1,0	1,0-5,0	5,1-15,0	>15,0
^{90}Sr	<0,02	0,02 – 0,15	0,16 – 3,0	>3,0

Види радіоактивного випромінювання:

Іонізуючими випромінюваннями називають такі випромінювання, при опромінюванні якої будь-яка речовини здійснює іонізацію молекул цієї речовини. До них відносяться альфа, бета, гама рентгенівські та нейтронні випромінювання, котрі утворюються при самовільному розпаді радіоактивних речовин, а також при ядерних реакціях.



Типи радіацій

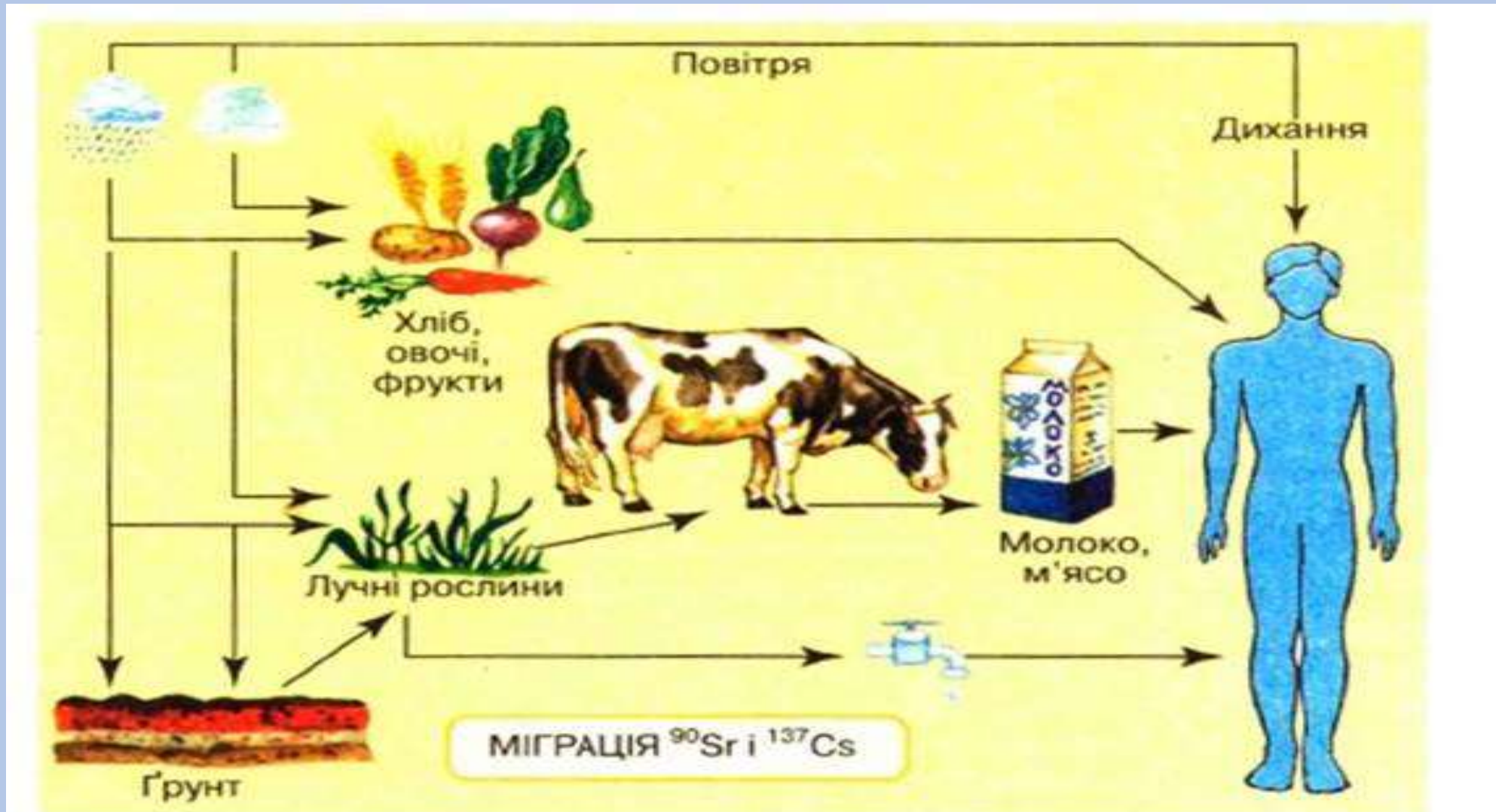
Альфа-частинка (α-частинка) - це позитивно заряджена частинка, яка випромінюється ядрами деяких радіоактивних атомів. Потік α-частинок іноді називають α-променями. Кожна альфа-частинка складається з 2 нейтронів і 2 протонів, тобто є ядром атома гелію He^{2+} .

Бета-випромінювання це потік електронів, що виникає при бета- розпаді, які летять із величезною швидкістю (наближеною до швидкості світла).

Гамма-випромінювання або гамма-промені – електромагнітне випромінювання найвищої енергії з довжиною хвилі меншою за 1 ангстрем. Утворюється в реакціях за участю атомних ядр і елементарних частинок в процесах розпаду, синтезу, анігіляції, при гальмуванні заряджених частинок великої енергії.

Залежно від характеру накопичення радіоактивних елементів в ґрунтах розрізняють природну і штучну радіоактивність.

Міграція стронцію і цезію



Вміст урану в промислових рудах складає в середньому 0.1-0.2%, тобто більш ніж 99,9% складають радіоактивні відходи. Результатом цього є надходження і концентрування на денній поверхні величезної кількості природних радіонуклідів. Найбільшу небезпеку в цьому випадку представляють елементи 3-х радіоактивних сімейств ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th і продукти їх розпаду.

Джерелами забруднення території радіоактивними елементами на *етапах видобутку урану* є кар'єри, шахти, хвостосховища; виділення радіоактивних газів, в першу чергу, радону з руд і відходів; застосування рудних порід як місцевих будівельних матеріалів, зокрема при будівництві доріг. Рівень випромінювання в деяких районах, зокрема у населених пунктах (Кропивницький, Жовті Води) прилеглих до копалин в 30- 100 разів перевищує фонові значення.

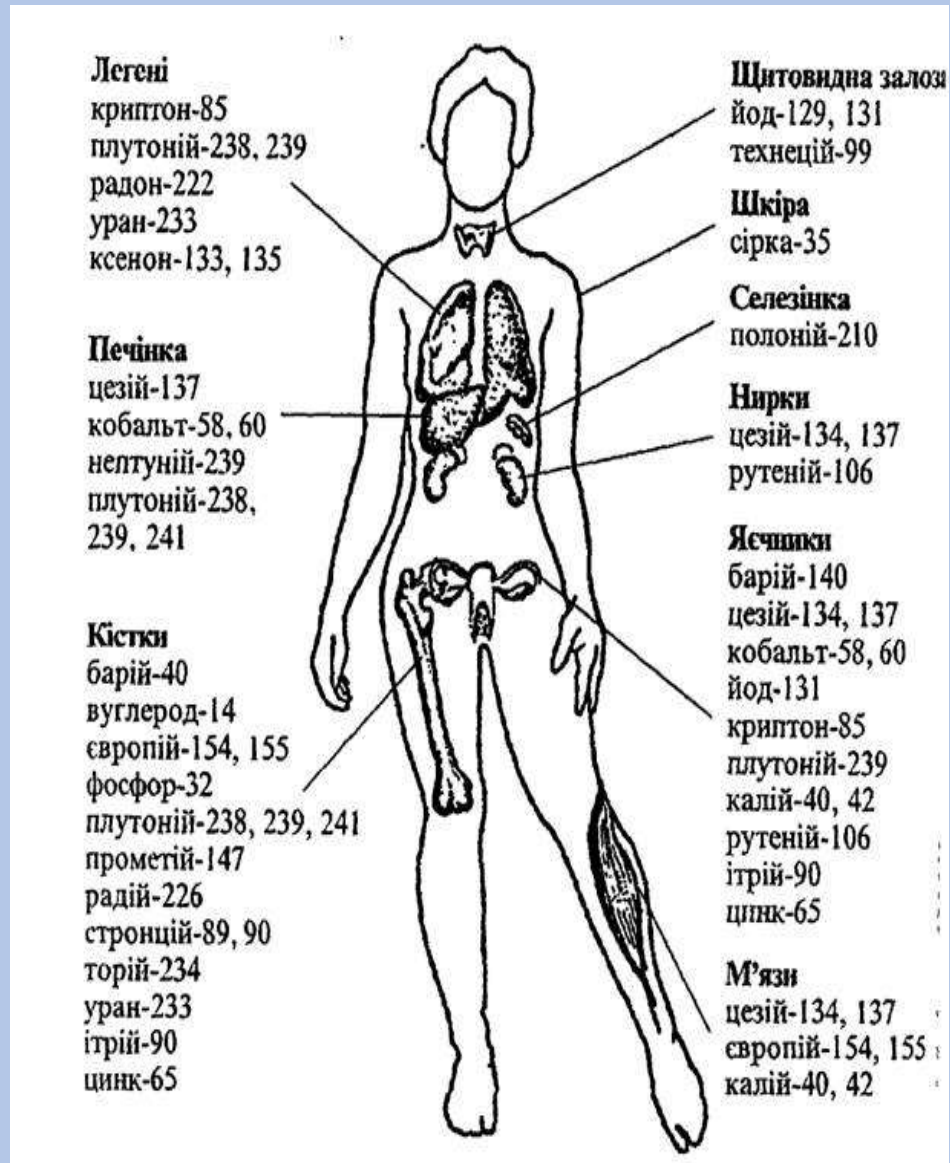
Неминуче радіоактивне забруднення ґрунтів відбувається природними радіонуклідами в результаті *виробництва і застосування калійних добрив*. Зокрема калійні добрива є джерелом додаткового надходження ^{40}K в ґрунт. Після внесення деяких видів калійних добрив у ґрунт вміст ^{40}K становить 37-1100 Бк/кг, тоді як у добривах вміст ^{40}K становить приблизно 6000 Бк/кг.

Природні фосфорити містять в 10-100 разів більше урану, ніж його середній вміст у земній корі. При цьому найбільше зростає кількість доступних для рослин форм радіонуклідів: водорозчинних в 10 разів, кислоторозчинні в 4 рази.

Характеристики радіаційних елементів

Радионуклід	Вид распада	Период полураспада	Удельная активность Бк/мг	Примечание
Йод-131	β	8,04 суток	$4,6 \times 10^{12}$	Короткоживущие
Радон-222	α	3,82 суток	$5,7 \times 10^{12}$	
Стронций-90	β	29,1 лет	5×10^9	Долгоживущие
Цезий-137	β (γ)	30,0 лет	$3,2 \times 10^9$	
Плутоний-239	α	$24,1 \times 10^3$ лет	$2,3 \times 10^6$	
Йод-129	β	$15,7 \times 10^6$ лет	$6,5 \times 10^3$	
Калий-40	β	$1,28 \times 10^9$ лет	2,58	
Уран-238	α	$4,47 \times 10^9$ лет	12,5	

Вплив радіаційних елементів на організм людини



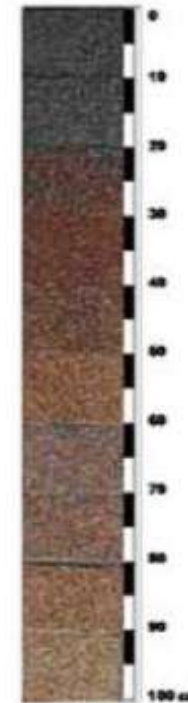
Значення допустимої активності радіонуклідів Цезію – 137 та Стронцію – 90 у харчових продуктах

Назва продукту	Допустима питома активність, Бк/кг, Бк/л	
	Цезій - 137	Стронцій - 90
Хліб, хлібопродукти	20	5
Овочі (листяні, коренеплоди)	40	20
Фрукти	70	10
М'ясо та м'ясні продукти	220	20
Риба та рибні продукти	150	35
Молоко та молочні продукти	100	20
Яйця (шт.)	6	2
Вода питні	2	2
Дитяче харчування	40	5

Діаграма розподілу ^{137}Cs по ґрунтовому профілю дерново-підзолистих ґрунтів Чорнобильської зони



Діаграма розподілу ^{137}Cs по ґрунтовому профілю дерново-підзолистих ґрунтів Чорнобильської зони відчуження (найбільш поширений тип ґрунтів)



Будова вертикального профілю типових ґрунтів зони відчуження

Міграція радіонуклідів в ґрунті

Основними «рушійними силами», які призводять до міграції радіонуклідів у ґрунті є:

- **конвективне** перенесення (фільтрація атмосферних опадів вглиб ґрунту, капілярний потік вологи до поверхні ґрунту, який викликаний випаровуванням, термоперенесення вологи під дією градієнта температури),
- **дифузія** вільних та адсорбованих іонів, перенесення радіонуклідів **кореневими** системами рослин, перенесення радіонуклідів **колоїдними частками** (лессиваж), **риюча діяльність** тварин та **господарська діяльність** людини.

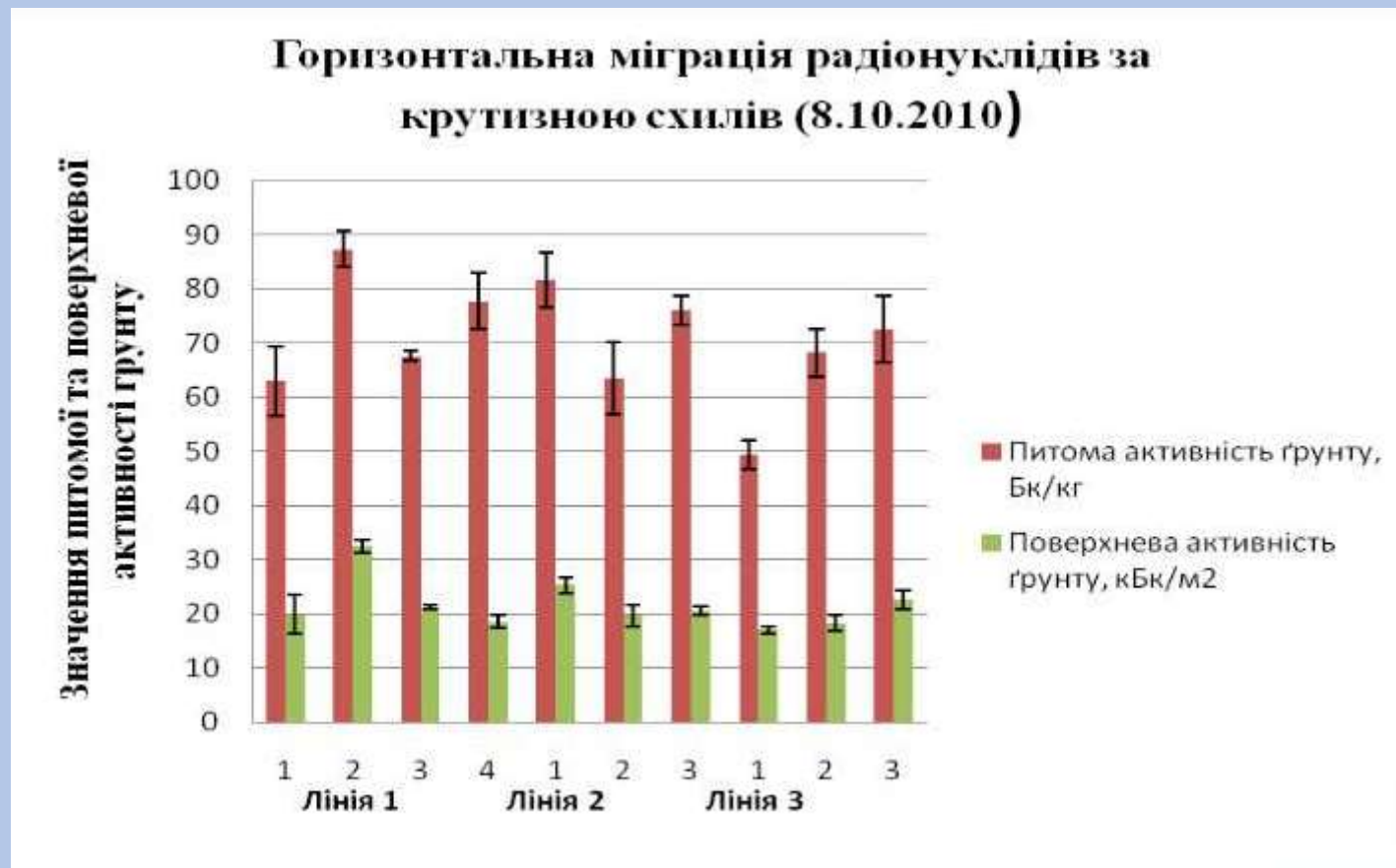
***Кореневе перенесення радіонуклідів** залежить значною мірою від глибини кореневмісного шару та густоти коріння.*

Міграція радіонуклідів у ґрунтах **вкритих лісом** має свою специфіку, яка полягає в тому, що в лісі існує лісові підстилка. Цей компонент є потужним буфером на шляху розповсюдження радіонуклідів.

Дослідження, які проводяться вже більше 20-ти років, засвідчують велику здатність лісової підстилки до акумуляції та утримання радіонуклідів. Тривале утримання радіонуклідів лісовою підстилкою пояснюється наявністю декількох шарів підстилки, які досить повільно розкладаються. Термін розкладу лісової підстилки може становити багато років, що сприяє тривалій (5-10 років) ізоляції радіонуклідів від мінеральної частини ґрунту.

В залежності від режимів зволоження ґрунту, в яких формується та виростає ліс, формується різна товщина лісової підстилки. Як засвідчують дослідження, товщина шару підстилки, а також природа органічної речовини є основним фактором, який впливає на вертикальну міграцію радіонуклідів

Міграція радіонуклідів залежно від крутизни схилів

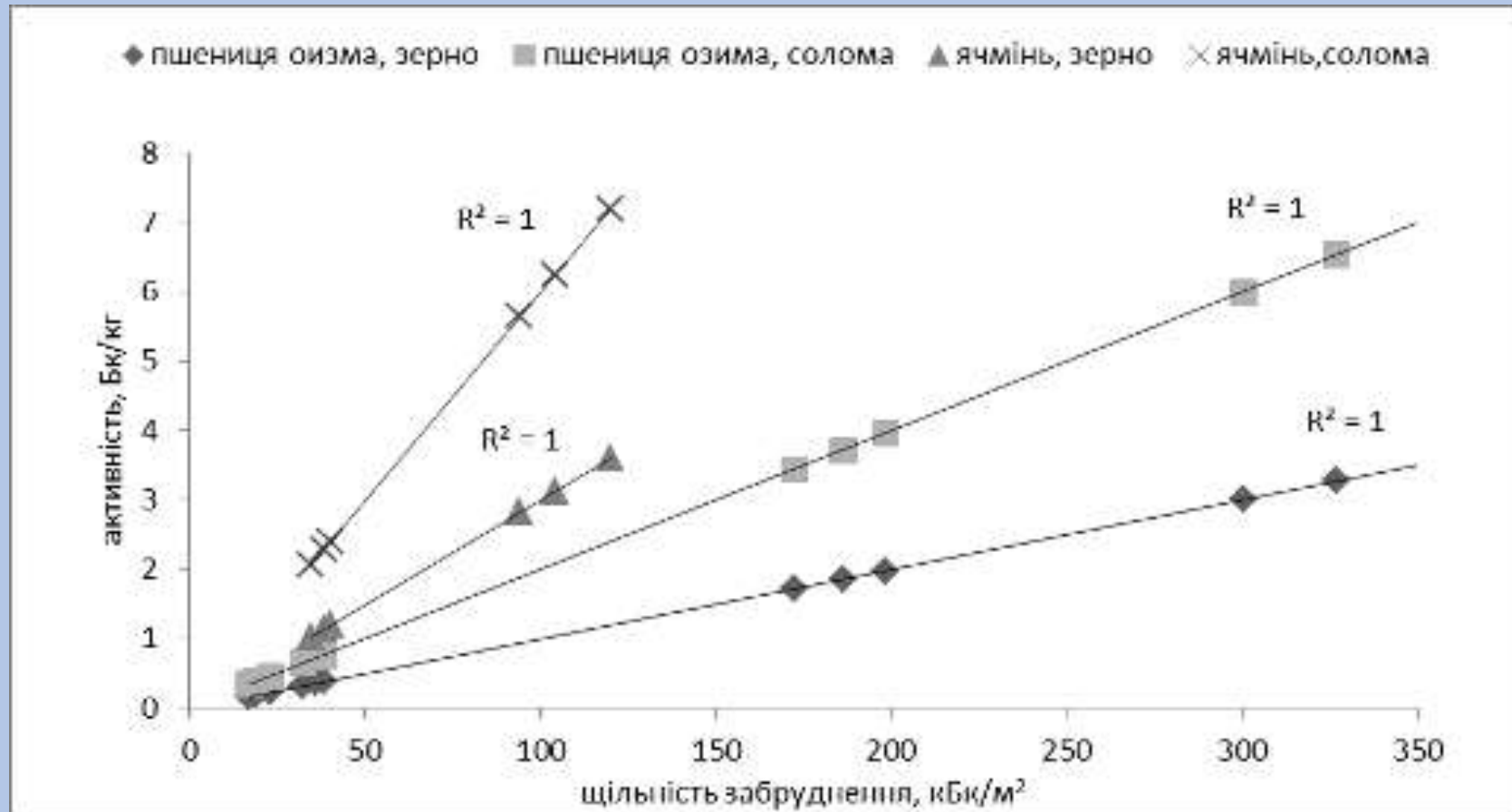


Міграція ^{137}Cs ґрунтовим профілем дерново-глеюватого ґрунту.



Горизонт	Потужність, см	Вміст ^{137}Cs , Бк/кг
Ha	0-25	$59,74 \pm 2,27$
HP	25-45	$40,4 \pm 1,17$
Phgl	45-55	$22,4 \pm 0,27$

Залежність між активністю ^{137}Cs та щільністю забруднення ґрунту



Література:

1. Оцінка міграції цезію і стронцію на радіоактивно забруднених агроландшафтах приватних господарств та присадибних ділянок південної частини Київської області:
<https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=582222>
2. Фізичне забруднення довкілля. Радіоактивне забруднення:
<https://ecologyknu.wixsite.com/ecologymanual/11-7>
3. [Миграция радионуклидов стронция-90 в почвах различных типов Павлодарской области](https://works.doklad.ru/view/twEj_xgNhyc/all.html): https://works.doklad.ru/view/twEj_xgNhyc/all.html