



## Практичне заняття 1 Гавриша В.П.



**Тема №1. Основи загальної екології.  
Навколишнє середовище, наслідки його забруднення та  
правові основи охорони.**

**Заняття 3. Контроль забруднення ґрунту**

The background image shows an industrial site with several large cylindrical storage tanks. Some are white and others are rusted orange. In the foreground, there is a body of water that is dark and polluted, with a piece of debris floating in it. The surrounding land is rocky and appears to be a natural or semi-natural area adjacent to the industrial site.

## **Навчальні питання**

- 1.Радіонуклідний контроль**
- 2.Контроль хімічного забруднення**

Величина	Найменування і позначення		Співвідношення між одиницями
	Одиниця СІ	Позасистемна одиниця	
Доза експозиційна	Кулон на кілограм (Кл/кг)	Рентген (Р)	1 Р = $2,58 \times 10^{-4}$ Кл/кг 1 Кл/кг = $3,88 \times 10^3$ Р
Потужність експозиційної дози	Ампер на кілограм (А/кг)	Рентген в секунду (Р/с)	1 Р/с = $2,58 \times 10^{-4}$ А/кг 1 А/кг = $3,88 \times 10^3$ Р/с
Доза поглинання	Грей (Гр)	Рад (рад)	1 рад = 100 ерг/г = $10^{-2}$ Гр 1 Гр = 1 Дж/кг 1 Гр = 100 рад
Потужність поглиненої дози	Грей в секунду (Гр/с)	Рад в секунду (рад/с)	1 рад/с = 100 ерг/с = $10^{-2}$ Гр/с 1 Гр/с = 100 рад/с
Доза еквівалентна	Зіверт (Зв)	*Бер (бер)	1 бер = **К × 1 рад = $1 \times 10^{-2}$ Зв 1 Зв = **К × 1 Гр = 100 бер
Потужність еквівалентної дози	Зіверт в секунду (Зв/с)	Бер в секунду (бер/с)	1 бер/с = **К × 1 рад/с = $1 \times 10^{-2}$ Зв/с 1 Зв/с = **К × 1 Гр = 100 бер/с
***Доза ефективна	Зіверт (Зв)	Бер (бер)	1 бер = **К × 1 рад = $1 \times 10^{-2}$ Зв 1 Зв = **К × 1 Гр = 100 бер

\*Бер – скорочена назва. Повна назва: біологічний еквівалент рада.

\*\*К – коефіцієнт якості випромінювання, який характеризує біологічну ефективність випромінювання.

Якщо помножити **поглинену** дозу на коефіцієнт якості випромінювання, ми отримаємо **еквівалентну** дозу. Найнижчий коефіцієнт (К=1) – для гамма- і бета-випромінювання, найвищий (К=20), – для альфа-випромінювання.

\*\*\*Іноді опромінюванню піддається обмежена частина тіла або окремі органи.

Оскільки одні органи чутливіші до випромінювання, чим інші, то і наслідки опромінювання можуть бути різними. Враховують це спеціальними коефіцієнтами, які показують наскільки небезпечне опромінювання різних органів і тканин людини. Еквівалентна доза (відкоригована за допомогою спеціальних коефіцієнтів в залежності від того який орган опромінювався) називається **ефективною**.



Будівельні об'єкти, підрозділяються на **чотири групи** залежно від припустимих рівнів радіаційних параметрів. Припустимий рівень, у свою чергу, визначається часом (тривалістю) перебування на ньому людей.

До **першої групи** відносяться об'єкти житло-цивільного, промислового та інших видів призначення, де передбачається тривале перебування людей. До **другої групи** відносяться аналогічні об'єкти, введені в експлуатацію до 1992 р. (часу введення нормативів на радіаційні властивості будівельних матеріалів і об'єктів).

**Третя група** включає об'єкти промислового призначення, де виключене тривале перебування людей, і дорожнього будівництва, розташовані в межах територій населених пунктів.

**Четверта група** об'єднує ізольовані об'єкти промислового, господарського і дорожнього призначення, експлуатація яких практично не зв'язана з перебуванням людей (дамби, підземні споруди і т. ін.), чи підвалини доріг, перекриті зверху шаром іншого матеріалу.





Сумарна ефективна питома активність будівельних матеріалів і сировини для їхнього виробництва визначається питомим вмістом у них природних радіонуклідів (ПРН) радію-226, торію-232, калію-40.

Розрахунок цього показника проводять за формулою:

$$A_{\text{еф}} = C_{\text{Ra}} + 1,31C_{\text{Th}} + 0,085C_{\text{K}},$$

де  $C_{\text{Ra}}$ ,  $C_{\text{Th}}$ ,  $C_{\text{K}}$  – концентрація відповідно радію-226, торія-232, калію-40 у будівельних матеріалах, Бк/кг.

## Залежно від величини $A_{\text{еф}}$ будівельні матеріали підрозділяються на 3 класи.

**Матеріали 1-го класу** радіаційної якості характеризуються  $A_{\text{еф}} = 370$  Бк/кг і можуть бути використані при будівництві об'єктів усіх груп без обмеження.

**Матеріали 2-го класу** з  $A_{\text{еф}} = 740$  Бк/кг можуть бути використані для будівництва промислових і дорожніх об'єктів третьої групи

**Матеріали 3-го класу** з  $A_{\text{еф}} = 1350$  Бк/кг можуть бути використані при будівництві об'єктів четвертої групи.

Для використання будівельних матеріалів з  $A_{\text{еф}} = 1350$  Бк/кг (наприклад, при наявності в них високих декоративних властивостей) необхідне одержання спеціального дозволу

**Приклад 1.** Дати санітарно-гігієнічну оцінку можливості використання гранітного щебеня в будівництві, виходячи з наступних даних: вміст радію-226 у щебені – 98,6 Бк/кг, торію-232 – 150 Бк/кг, калію-40 – 1206 Бк/кг.



**Рішення:**

Ефективну сумарну питому активність природних радіонуклідів у щебені розраховують за формуло

$$A_{\text{еф}} = C_{\text{Ra}} + 1,31 C_{\text{Th}} + 0,085 C_{\text{K}}$$

$$A_{\text{еф}} = 98,6 + 1,31 * 150 + 0,085 * 1206 = 397,61 \text{ Бк/кг.}$$

Розрахована ефективна сумарна питома активність  $A_{\text{еф}}$  щебеню складає 397,61 Бк/кг. Тому згідно з будівельними нормами [7] він відноситься за радіаційною якістю до другого класу будівельних матеріалів і може бути використаний у промисловому й дорожньому будівництві на об'єктах з обмеженим часом перебування людей.

- **Визначення часу внутрішнього ефективного опромінювання організму людини**







- Біологічний період напіввиведення( $T_b$ ):
- **Йоду-131** з цілісного організму 138 діб, щитовидної залози-138, печінки-7, селезінки-7, скелета-12 діб
- . **цезію-137** з організму дорівнює 70 доби, з м'язів, легенів і скелета - 140 діб. **стронцію-90** з м'яких тканин - 5-8 діб, для кісток - до 150 діб (16% виводиться з Теф - 3360 діб).
- **Радій-226** виводиться з скелета людини з  $T_b$  17 років, з легенів -180 діб.

$T_{1/2}$

**йод-131=8діб, стронцій-90=28років,  
цезій-137=30 років**

- **Приклад2.** Визначити ефективний період напіввиведення із організму йоду-131

$$T_{\text{еф}} = \frac{T_{1/2} \times T_e}{T_{1/2} + T_e}$$

- за умов  $T_{1/2} = 8$  діб

- $$T_{1/2} = \frac{8 \times 138}{8 + 138} = 7,6$$

**Коллективна ефективна еквівалентна доза** - це ефективна еквівалентна доза, отримана групою людей від якого-небудь джерела радіації (інакше, - це сума індивідуальних ефективних еквівалентних доз).

- **Приклад 3.** У результаті радіаційної аварії 1 854 700 осіб, які мешкають на прилеглий до радіаційного об'єкта території, отримали підвищену дозу опромінення. Для 2,7 тис. осіб індивідуальна ефективна еквівалентна доза склала від 22 до 66 мЗв, для 136 тис. осіб – від 4,4 до 22 мЗв і для 1 716 тис. осіб – від 1 до 4,4 мЗв.
- *Розрахувати колективну ефективну еквівалентну дозу опромінення, отриману населенням, яке мешкає на даній території.*

- 
- $$= 1716000 \times (1 + 4,4) / 2 / 1000 = 6547,2 \text{ ЛЮД} \cdot \text{ЗВ.}$$

# Оцінка забруднення ґрунтів

Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів виконується за показниками, розробленими завдяки суміщенню геохімічних та гігієнічних досліджень міських середовищ. Такими показниками є коефіцієнт концентрації хімічного елементу  $K_c$  і сумарний показник забрудненості  $Z_c$ . Коефіцієнт концентрації визначається за формулою

$$K_c = \frac{C}{C_{\phi}}; \quad \text{або} \quad K_c = \frac{C}{ГДК},$$

де  $C$  – реальний вміст визначеного хімічного елементу в ґрунті, мг/кг;  $C_{\phi}$  – фоновий вміст визначеного хімічного елементу в ґрунті, мг/кг;  $ГДК$  – гранично допустима концентрація забруднюючої речовини, мг/кг.







Оскільки ґрунти досить часто можуть одночасно забрудненими декількома інгредієнтами, то для них розраховують сумарний показник забрудненості, який відображає комплексний ефект впливу всієї групи елементів за формулою

$$Z_c = \left( \sum_{i=1}^n K_{C_i} \right) - (n - 1)$$

де  $Z_c$  – сумарний показник забрудненості ґрунтів;  $K_c$  – коефіцієнт концентрації  $i$ -ого хімічного елементу в пробі ґрунту;  $n$  – кількість хімічних елементів.

## Приклад розв'язання задачі 1

- **Задача 1.** Визначити сумарний показник забруднення ґрунтів хімічними інгредієнтами. Зробити відповідні висновки.
- *Дані для виконання розрахунків:*
- Ґрунт одночасно забруднений кількома хімічними інгредієнтами, їх концентрація,  $\text{мг}\cdot\text{кг}^{-1}$  становить:
- **нітрати — 390;**
- **суперфосфат – 290;**
- **фториди – 47;**
- **миш'як – 18.**
- *ГДК хімічних інгредієнтів наведено в таблиці. Зробити відповідні висновки..*

# ГДК окремих речовин у ґрунті

Речовина	ГДК, мг/кг
Суперфосфат	200
Нітрати	130
Фтор F <sub>2</sub>	10,0
Свинець Pb	20,0
Арсен As	2,0

## Шкала забруднення ґрунтів за сумарним показником $Z_c$

категорія забруднення ґрунтів	$Z_c$	зміна показників якості здоров'я мешканців у зонах забруднення ґрунтів
<b>допустима</b>	$\leq 16$	найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення
<b>помірно небезпечна</b>	16–32	підвищення загального рівня захворюваності
<b>небезпечна</b>	32–128	підвищення загального рівня захворюваності, кількості часто хворіючих дітей, дітей з ронічними захворюваннями, порушення функціонування серцево-судинної системи.
<b>дуже небезпечна</b>	$> 128$	підвищення захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції у жінок (збільшення випадків токсикозу при вагітності, передчасних пологів, мертво-народжених, гіпотрофій немовлят).



- . Визначити мінімальну концентрацію миш'яку, який входить до складу інгредієнтів, щоб показник забруднення ґрунтів відповідав категорії забруднення – *помірно небезпечний*.
- *Дані для виконання розрахунків:*
- Ґрунт одночасно забруднений кількома хімічними інгредієнтами, їх концентрація, мг/кг становить:
  - нітрати – 390;
  - суперфосфат – 290;
  - фториди – 47.
- ГДК хімічних інгредієнтів наведено в таблиці. Зробити відповідні висновки



- Для визначення мінімальної концентрації забруднення ґрунтів миш'яком щоб показник забруднення ґрунтів хімічними інгредієнтами відповідав категорії забруднення – *помірно небезпечний* потрібно скористатися формулою перетворивши останню у відповідний вигляд:



- , де  $\sum \text{Сп.н.}$  – *помірно небезпечна категорія забруднення ґрунтів*; – *сума коефіцієнтів концентрації і-го хімічного елемента в пробі ґруну без ГДК<sub>і</sub>* - гранично допустима концентрація інгредієнта концентрацію, якого потрібно визначити, *мг/кг*.



## ○ **Висновок**

За мінімальної концентрації забруднення ґрунтів миш'яком показник забруднення ґрунтів хімічними інгредієнтами відповідає категорії забруднення – *помірно небезпечний*, що веде до підвищення загального рівня захворюваності населення.

