

Практична робота №7
ПОБУДОВА КАМЕРНИХ МОДЕЛЕЙ РАДІОАКТИВНОСТІ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

1. Мета роботи

Навчитися будувати камерні моделі переносу радіонуклідів між компонентами екосистеми.

2. Теоретичні відомості

Для опису перенесення, переходу і міграції радіонуклідів в екосистемах часто використовують *метод камерних моделей*.

У камерних моделях весь ланцюг перенесення радіонуклідів для простоти поділяють на камери (*vox – коробка*). У математичних моделях взаємодію між камерами задають за допомогою коефіцієнтів. За способами взаємодії між камерами моделі можна поділити на *стаціонарні* і *динамічні*.

Стаціонарні камерні моделі (рис. 7) будують на основі постулату про наявність сталої статистичної рівноваги в системі “екосистема – організм – середовище”. При цьому розподіл активності радіонуклідів у кожній з виділених камер вважають рівномірним. За відомими значеннями K_n радіонуклідів між камерами чи за відомою кількістю стабільного аналога радіонукліда в певній камері розраховують питому активність у ній радіонуклідів. Стабільними аналогами радіонуклідів є елементи, які за своїми метаболічними характеристиками в екосистемі подібні до радіонуклідів (стабільним аналогом Sr є Ca , а стабільним аналогом $Cs – K$).

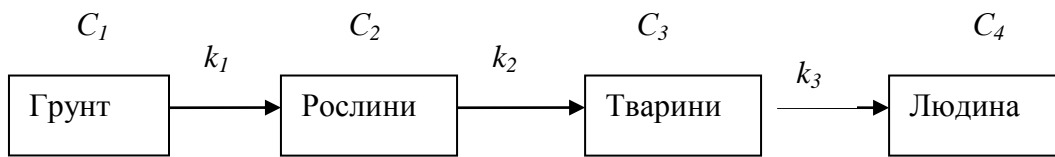


Рис. 7. Стаціонарна камерна модель екосистеми

У стаціонарних моделях:

k_1, k_2, k_3 – прямі коефіцієнти перенесення радіонуклідів між камерами;
 C_1, C_2, C_3, C_4 – концентрації радіонукліда у камерах 1, 2, 3, 4 відповідно.

Через стаціонарну камерну модель можна обчислити активність радіонуклідів в інших камерах:

$$\begin{aligned} C_2 &= k_1 \cdot C_1 \\ C_3 &= k_2 \cdot C_2 = k_1 \cdot k_2 \cdot C_1 \\ C_4 &= k_3 \cdot C_3 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot C_1 \end{aligned} \quad (7.3.1.)$$

Крім простих стаціонарних камерних моделей, широко використовують **динамічні камерні моделі** (рис. 8), які ґрунтуються на двох основних припущеннях:

1) екосистему можна поділити на кілька взаємодіючих камер, між якими з часом відбувається міграція радіонуклідів. Радіонукліди, що надійшли в камеру, миттєво переміщуються в усіх частинах камери однаково в будь-який момент часу;

2) втрати радіонуклідів камерою є пропорційними активності радіонуклідів у камері. Перенесення радіонуклідів з однієї камери до іншої відбувається за законами кінетики, його описують системою простих диференціальних рівнянь (7.3.2.).

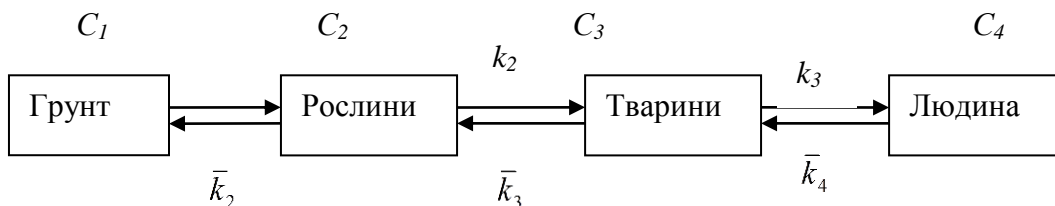


Рис. 8. Динамічна камерна модель екосистеми. У динамічних моделях:

k_1, k_2, k_3 – прямі коефіцієнти перенесення радіонуклідів між камерами;
 $\bar{k}_2, \bar{k}_3, \bar{k}_4$ – зворотні коефіцієнти.

$$\begin{aligned} \frac{dC_1}{dt} &= \bar{k}_2 \cdot C_2 - k_1 \cdot C_1 \\ \frac{dC_2}{dt} &= k_1 \cdot C_1 - k_2 \cdot C_2 - \bar{k}_2 \cdot C_2 + \bar{k}_3 \cdot C_3. \end{aligned} \quad (7.3.2.)$$

$$\frac{dC_3}{dt} = k_2 \cdot C_2 + \bar{k}_4 \cdot C_4 - \bar{k}_3 \cdot C_3 - k_3 \cdot C_3$$

$$\frac{dC_4}{dt} = k_3 \cdot C_3 - \bar{k}_4 \cdot C_4.$$

Ця система легко розв'язується. Практично для будь-якої складної та розгалуженої екосистеми така система може бути складена і розв'язана (за допомогою *MAPLE 5*, *MAPLE 6*).

Метод камерних моделей є найпростішим і адекватним математичним методом опису радіоекологічних процесів в екосистемах різної складності.

3. Завдання

1. Побудувати блок-схему екосистеми за даними робіт №1-3.
2. Визначити коефіцієнти переходу певного радіонукліда між камерами (за даними робіт №1-5).
3. Записати диференціальні рівняння камерної моделі.

Контрольні питання

1. Що таке камерна модель?
2. Що собою являє камерна модель міграції радіонуклідів у прісноводній (морській, наземній, лучній) екосистемі?
3. Що таке стаціонарна і динамічна камерні моделі?
4. Від чого залежить міграція радіонуклідів у водній екосистемі?
5. Які фактори визначають міграційні процеси радіонуклідів у наземній екосистемі?