

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ЧИСЕЛЬНОСТІ ОКРЕМИХ ПОПУЛЯЦІЙ В ОДНІЙ ЕКОЛОГІЧНІЙ ЗОНІ

Вступ. Динаміка популяцій на сьогодні – це галузь науки, яка служить полігоном для побудови більшої частини біологічних моделей. Вивчення закономірностей динаміки чисельності популяцій необхідне для раціонального використання природних ресурсів.

Актуальним на сьогоднішній день є дослідження антропогенного впливу на зміну чисельності популяцій та екологічний прогноз, про що і буде йти мова в роботі.

В західних регіонах України, зокрема, поряд з суто фауністичними дослідженнями проводилися також екологічні дослідження тих чи інших популяцій (В.І. Здун [3], А.А. Байдашніков [1], А.П. Старниченко [4], І.М. Грод, Л.О. Шевчик [2]).

У реально існуючих природних екосистемах налічують десятки видів (популяцій, угруповань), що взаємодіють між собою.

Сукупність популяцій, що функціонують як цілісна одиниця у відведеному їй просторі фізичного природного середовища, являє собою біотичне угруповання.

Чисельність (щільність) цих популяцій з часом зазнає змін. Навіть якщо популяцію та екосистему вважають незмінними, щільність (кількість особин на одиницю площі або об'єму), народжуваність, рівень виживання (смертність), вікова структура, інтенсивність росту та інші характеристики, як правило, змінюються залежно від сезону, клімату, інших факторів навколишнього середовища.

Розглянемо модель з дискретними періодами розмноження, в якій чисельність популяції у момент часу t рівна N_t і змінюється в часі пропорційно до величини основної швидкості відтворення R . Такими видами є, наприклад, велика частина рослин, деякі види комах. Коефіцієнт R характеризує кількість особин, яке відтворюється з розрахунку на одну існуючу, а також виживання вже існуючих.

Дана модель може бути виражена рівнянням

$$N_{t+1} = N_t R \quad (1)$$

Конкуренцію можна визначити як використання якогось ресурсу (страви, води, світла, простору) яким-небудь організмом, який тим самим зменшує доступність цього ресурсу для інших організмів.

Швидкість росту в цьому випадку можна позначити $\frac{dN}{dt}$, тоді середня швидкість збільшення чисельності з розрахунку на одну особину визначається величиною $\frac{dN}{dt} \frac{1}{N}$.

Без урахування внутрішньовидової конкуренції одержуємо $\frac{dN}{dt} \frac{1}{N} = r$ або $\frac{dN}{dt} = rN$.

Через r позначена миттєва питома швидкість росту чисельності, тобто приріст чисельності за одиницю часу в перерахунку на одну особину.

При зростанні N швидкість росту популяції знижується до якогось критичного значення K (гранична густина насичення), після чого популяція може зникнути.

$$\frac{dN}{dt} = rN \frac{K - N}{K} \quad (2)$$

Останнє рівняння відоме під назвою «логістичного».

Сутність міжвидової конкуренції полягає в тому, що у особин одного виду зменшується плодючість, виживання і швидкість відтворення.

Так як ми маємо справу з різними популяціями, то звернемося до логістичного рівняння і спробуємо врахувати міжвидову конкуренцію.

Розглядаючи динаміку чисельності популяцій, екологи насамперед намагаються зрозуміти її закономірності, при якій особини одного виду впливають на особини іншого виду, і пояснити різницю між типами динамік.

Для побудови математичної моделі використаємо вхідні дані: кількість трав'янистих – 100; кількість рослин – 200; кількість хижаків – 110; кількість рослин, які з'їдає одна особа популяції трав'янистих тварин – 1; кількість рослин на квадратний метр – 10; кількість трав'янистих, які з'їдає одна особа популяції хижаків – 0,5; швидкість розмноження популяції трав'янистих тварин – 0,1; швидкість росту рослин – 40%; швидкість

розмноження популяції хижака – 0,10001; доступна площа для розмноження рослин – 19; тривалість життєвого циклу – 12.

В роботі ми спробували спрогнозувати чисельність окремих популяцій (багаторічні трави, молюски (слимаки), дикі кабани) в умовах нерівномірного розподілу видів і ресурсів, а також провести чисельне дослідження можливих сценаріїв співіснування і витіснення одного виду іншим.

Для дослідження частково використали матеріал, зібраний студентами природничого факультету під час весняно-літньо-осінніх польових практик та звіти лісництва Чортківського району Тернопільської області.

Метою числового експерименту є аналіз чисельності трьох видів. Для отримання розв'язку використовували:

обчислення швидкості зростання живої речовини в популяції (показник приросту популяції)

$$V_n = rN - \frac{r}{k} N^2, \text{ де} \quad (3)$$

$$r = \frac{\ln(N_2) - \ln(N_1)}{t_2 - t_1}$$

обчислення показника максимально можливої біомаси

$$N(t) = N_0 e^{r(t-t_0)} \quad (4)$$

Прогнозовані показники ми відобразили у вигляді графіків (рисунок 1), які отримали з допомогою системи програмування C#.

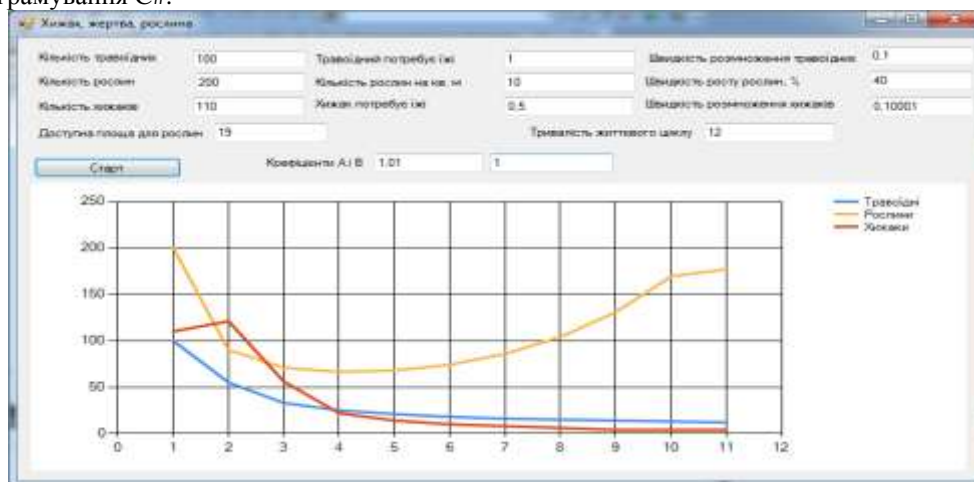


Рисунок 1 – Модель співвідношення популяцій на визначеній території

Висновок. Отримані результати частково знайшли підтвердження в процесі досліджень під час польових практик. Проведені обчислення дозволяють припустити, що при різних коефіцієнтах і певних значеннях параметрів можна добитися виходу на стійкі стаціонарні розподіли. Вважаємо, що отримані результати можна застосовувати для прогнозування поведінки конкуруючих біосистем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Байданшиков А.А. Наземная малакофауна Украинского Полесья. Сообщение 2. Формирование современных малакокомплексов / А.А. Байданшиков // Вестн. зоологии. – 1996. – №3. – С.3-13.
2. Грод І.М., Шевчик Л.О. Моделювання динаміки коливання біомаси та продуктивності популяцій виноградного слимака (*Helix pomatia*) у складі лісового біоценозу. Збірник доповідей I Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем» / Міністерство освіти і науки України, Український державний хіміко-технологічний університет: в 2-х ч. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2015 – ч.1. – с. 60-64.
3. Здун В.І. До фауни молюсків Закарпаття / В.І. Здун // Наук. зап. нау.-природозн. музею УРСР, 1960. – С. 83-95.
4. Старниченко А.П. К фауне и экологии пресноводных моллюсков (*Gastropoda, Bivalvia*) Украинского Полесья / Старниченко А.П., Старниченко Ю.А. // Гидробиол. журн. – 1984. – Т. 20, №2, – с. 36-40.
5. Лаврик В.І. Моделювання і прогнозування стану довкілля / В.І. Лаврик, В.М. Боголюбов, Л.М. Полетаєва, С.М. Юрасов, В.Г. Ільїна // Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Київ. Видавничий центр «Академія». – 2010.