

## „М'ЯКІ" І „ЖОРСТКІ" МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ

### "SOFT" AND "HARD" MATHEMATICAL MODELS

*Ніколенко В.В., ст. викладач, Камінська Я., студентка, СумДУ, Суми*

*Nikoleenko V.V., lecturer, Kaminska J., student, SumSU, Sumy*

Можливість застосування математичної теорії м'яких моделей в економічних, екологічних і соціологічних задачах відкрита відносно недавно. В найпростішій моделі боротьби двох противників (моделі Пітера Ланкастера)

$$\begin{cases} \dot{x} = -by, \\ \dot{y} = -ax, \end{cases}$$

$x, y$  -чисельність армій,  $a, b$  -потужність зброї армій. Така жорстка модель допускає точний розв'язок  $ax^2 - by^2 = const$ . Та зрозуміло, однак, що така модель ідеалізована і було б не доречно застосовувати її до реальної ситуації. Виникає питання- як зміниться висновок, якщо модель буде в деякій мірі іншою. Наприклад, коефіцієнти  $a, b$  можуть бути не строго постійними, а залежати від  $x, y$ ,

$$\begin{cases} \dot{x} = -b(x, y)y, \\ \dot{y} = -a(x, y)x, \end{cases}$$

вона вже не розв'язується явно.

Однак в математиці є методи, що дозволяють робити висновки загального характеру навіть не знаючи точно явного вигляду функцій.

Розглядається модель Мальтуса  $\dot{x} = kx$  (для росту населення Землі). Розглядається застосування логістичної моделі в екології, на прикладі якої досліджуються стани систем та оптимізація їх параметрів. Показано як оптимізація параметрів може приводити до зникнення системи внаслідок виникаючої із-за оптимізації нестійкості. Стійкість повертається, коли жорстке планування замінити оберненим зв'язком. На прикладі моделі Лотка-Вольтерра

$$\begin{cases} \dot{x} = ax - cxy, \\ \dot{y} = -bx + dxy \end{cases}$$

(боротьби за існування) розглянуто, що жорстку модель завжди треба досліджувати на структурну стійкість отриманих при її вивченні результатів по відношенню до малих змін моделі (роблячих її м'якою).