

## ПОБУДОВА ФАЗОВИХ ПОРТРЕТІВ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Польова М.В.

Науковий керівник – доц., к.т.н. Кательніков Д.І.

Фазові портрети - це широко поширений в інструмент якісної теорії диференціальних рівнянь, яка застосовується для дослідження часових рядів в економіці, фізиці, хімії, біології та ругих галузях.

Фазовий портрет дозволяє наочно відобразити нелінійний часовий ряд у просторі, в якому "вихід" - це майбутнє спостережуваного процесу, а "входи" - моменти передісторії, взяті з деякою затримкою в часі. Кількість "входів" ( $m$ ) і розмір тимчасової затримки ( $\tau$ ), як правило, вибираються евристично і сильно впливають на якість прогнозу. Для оптимального вибору величин  $m$  і  $\tau$  пропонується використовувати результати теорії детермінованого хаосу.

Для знаходження величин  $m$  і  $\tau$  застосовуються методи ембедології (від англ. Embedology): метод взаємної інформації (mutual information method) і метод "фальшивого найближчого сусіда" (false nearest neighbor method).

Метод взаємної інформації ґрунтується на тому, що шукана затримка  $\tau$ , з одного боку, повинна бути досить велика, щоб значення ряду  $x_{t+\tau}$  помітно відрізнялося від значення  $x_t$ , але, з іншого боку, досить мало, щоб не перевищувала величину "пам'яті" у системі. Значення  $\tau$  знаходиться як точка, в якій автокореляційна функція

$a(\tau) = \frac{1}{T+1} \sum_{t=0}^T x_t x_{t+\tau}$  або вперше отримує негативне значення або зменшується до значення  $\frac{1}{e}$ .

Метод "фальшивого найближчого сусіда" знаходить значення  $m$  як мінімальне значення, при якому частка "фальшивих найближчих сусідів" (тобто значень ряду, які знаходяться близько один до одного на фазовому портреті, але при збільшенні розмірності моделі втрачають свою близькість) падає практично до нуля.