

В. Ю. Коцюбинський, О. В. Захарчук (Вінниця)

## ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Прогнозування фінансових показників є доволі поширеною задачею, адже воно дозволяє передбачувати можливі критичні ситуації які мають великий вплив на світову економіку. Для прогнозування можливих сценаріїв розвитку фінансових ринків застосовують економіко-математичні методи та методи логічного моделювання. Проте єдиного та універсального методу в даному випадку не існує, той-чи інший метод моделювання має різну точність при прогнозуванні змінних різного типу. Нейронні мережі можна віднести до експертних методів прогнозування, так як вони виявляють закономірності в часових рядах, навчаючись їх історичних даних.

**Вхідні дані для навчання нейронної мережі.** Фінансові часові ряди досить сильно зашумлені, а тому потрібно приділити особливу увагу початковій обробці даних і кодуванні змінних. Дійсно значущими для прогнозування є саме зміни цін. Тому на вхід нейронної мережі після попередньої обробки подаватимемо ряд відсоткових збільшень цін обраних змінних, розрахованих за формулою:

$$\frac{X[t]}{X[t-1]}, \quad (1.1)$$

де  $X[t]$  і  $X[t-1]$  ціни закриття періодів.

Враховуючи те, що відсоткові збільшення мають гаусовий розподіл, а з усіх статистичних функцій розподілу, визначених на кінцевому інтервалі, максимальну ентропію має рівномірний розподіл, то необхідно перекодувати вхідні змінні, щоб всі приклади в навчальній вибірці несли приблизно однакове інформаційне навантаження. Дане кодування відбувається за наступним алгоритмом: відрізок від мінімального процентного збільшення до максимального розбивається на  $N$  відрізків, так, щоб в діапазон значень кожного відрізка входила рівна кількість відсоткових збільшень значень змінної. Далі необхідно перекодувати відсоткові збільшення в класи, що ідентифікують кожен відрізок, в результаті чого буде отримано рівномірний розподіл. Якість навчальної вибірки тим вище, чим менше її суперечливість і більше повторюваність. Для задач прогнозування фінансових часових рядів висока суперечливість навчальної вибірки є ознакою того, що спосіб опису обраний невдало. Фактори що впливають на суперечливість і повторюваність: кількість елементів навчальної вибірки - чим більше елементів, тим більше суперечливість і повторюваність; кількість класів на які перекодували відсоткові збільшення - при збільшенні знижується суперечливість і повторюваність; глибина застосування фінансового часового ряду («вікно») - чим більше глибина, тим менше суперечливість і менше повторюваність. При створенні навчальної вибірки, змінюючи ці параметри, необхідно знайти баланс при якому рівень суперечливості мінімальний а повторюваність максимальна. Базова архітектура для навчання нейронної мережі - багатосаровий перцептрон з одним прихованим шаром. Дана архітектура реалізована бібліотеці ALGLIB. В якості алгоритму навчання найбільш оптимальним буде використання L-BFGS алгоритму (limitedmemory BFGS), квазі-ньютонівської метод з трудомісткістю ітерації, лінійної за кількістю вагових коефіцієнтів  $WCount$  і розміром навчальної множини, і помірними вимогами до додаткової пам'яті -  $O(WCount)$ .

**Висновки.** Використання нейронної мережі для прогнозування фінансових часових рядів, дає можливість значно збільшити точність прогнозування, завдяки навчанню нейронних мереж на реальних даних відповідних змінних. Окрім цього, сучасні механізми реалізації нейронних мереж, дозволяють в автоматичному режимі проводити навчання нейронних мереж на відповідних типах даних, та з застосуванням різних вхідних параметрів, для отримання найменшого значення похибки при зворотньому тестуванні. Це дозволяє покращувати точність прогнозування різних видів змінних, на відміну від використання статичних математичних методів, в яких майже не можливо динамічно впливати на результати прогнозування.

### Список літературних джерел

- 1) Neural Networks: A Systematic Introduction / Raul Rojas. - Springer-Verlag, Berlin, 1996
- 2) N. Carnot, V. Koen and B. Tissot. Economic Forecasting and Policy - Palgrave Macmillan, New York, 2011.