

**І.І. Шмельов, К.Е. Золотько**

*Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара*

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ РИНКОВИХ ПОКАЗНИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЧАСОВИХ РЯДІВ ТА ТЕОРІЇ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

**Представлені результати дослідження можливості застосування теорій часових рядів та нейронних мереж з метою вирішення задач прогнозування, пов'язаних із економічною галуззю.**

**Представлены результаты исследования возможности применения теорий временных рядов и нейронных сетей с целью решения задач прогнозирования, связанных с экономической отраслью.**

**The results of the research are presented of the possibility of applying theories of time series and neural networks in order to solve prediction problems related to the economic branch.**

**Ключові слова: нейронні мережі, часові ряди, прогнозування, економічні показники.**

**Вступ.** Прогнозування - це погляд у майбутнє; це метод, за допомогою якого на основі раніше отриманих знань будуються прогнози подальших перспектив розвитку якої-небудь події або явища.

Прогнозування застосовується в самих різних сферах діяльності: економіці, політиці, виробництві, соціальній сфері та багатьох інших. Розвиток методів прогнозування пов'язаний з ускладненням інформаційних технологій, зокрема, із зростанням обсягів даних, що зберігаються, та ускладненням методів і алгоритмів прогнозування [2].

Ціна є головним механізмом ринкових відносин. Це складна динамічна система, зміна якої залежить від безлічі факторів, таких як: витрати виробництва, співвідношення попиту і пропозиції, валютні курси, рівень інфляції.

У сучасних ринкових умовах вкрай складно охопити весь спектр цих факторів. Тому прогнозування поведінки подібних економічних, політичних, соціальних систем є складно формалізованим завданням. Прогноз повинен будуватися, в першу чергу, на виявленні прихованих взаємозв'язків і закономірностей між окремими змінними системи. Крім того, прогнозування базується на аналізі ретроспективних даних, тобто на аналізі минулого і сьогодення стану об'єкта дослідження.

В результаті прогнозування зменшується ризик прийняття невірних, необґрунтованих або суб'єктивних рішень [2].

Існує велика кількість математичних моделей і методів аналізу економічних показників. Найбільшу популярність отримали два підходи: технічний і фундаментальний аналіз.

Стосовно ринкової ціни продукції, технічний аналіз ґрунтується на правилі, що всі об'єктивні витрати підприємства (постійні і змінні витрати, витрати на просування, управлінські витрати та ін.) вже закладені в ній. Тому вважається, що зміна ринкової ціни не є безпосередньою реакцією на зовнішні чинники, а залежить тільки від внутрішнього середовища підприємства.

У свою чергу, фундаментальний аналіз - це напрям, який прагне вивчити всі фактори, пов'язані з динамікою розвитку ціни: зміна ринкового попиту і курсу валют, рівень конкурентних цін і багато іншого.

В даний час для аналізу даних широко застосовуються різні інтелектуальні методи, зокрема, нейронні мережі [1]. Вони є альтернативою (або доповненням) для традиційних методів дослідження.

**Основна частина.** Під нейронними мережами маються на увазі обчислювальні структури, які моделюють прості біологічні процеси і зазвичай асоціюються з процесами людського мозку. Адаптуються і ті, яких навчають; вони представляють собою розпаралелені системи, здатні до навчання шляхом аналізу позитивних і негативних впливів. Елементарним перетворювачем в даних мережах є штучний нейрон або просто нейрон, названий так за аналогією з біологічним прототипом.

До теперішнього часу запропоновано і вивчено велику кількість моделей нейроподібних елементів і нейронних мереж. Виконані спочатку як електронні мережі, вони були пізніше перенесені в більш гнучку середу комп'ютерного моделювання, що збереглася і в даний час.

Уявімо деякі проблеми, які вирішуються в контексті нейронних мереж і представляють інтерес для користувачів.

Класифікація образів. Завдання полягає у вказівці належності вхідного образу (наприклад, мовного сигналу або рукописного символу), представленого вектором ознак, одному або декільком попередньо визначеним класам. До відомих додатків відносяться розпізнавання букв, розпізнавання мови, класифікація сигналу електрокардіограми, класифікація клітин крові.

Кластеризація / категоризація. При вирішенні задачі кластеризації, яка відома також як класифікація образів «без вчителя», відсутня навчальна вибірка з мітками класів. Алгоритм кластеризації заснований на подібності образів і розміщує близькі образи в один кластер. Відомі випадки застосування кластеризації для вилучення знань, стиснення даних, дослідження властивостей даних.

Апроксимація функцій. Припустимо, що є навчальна вибірка  $((x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_N, y_N))$  (пари даних вхід - вихід), яка генерується невідомою функцією  $F(x)$ , спотвореної шумом. Завдання апроксимації полягає в знаходженні оцінки невідомої функції  $F(x)$ . Апроксимація функцій

необхідна при вирішенні численних інженерних і наукових задач моделювання.

**Передбачення / прогноз.** Нехай задані  $n$  дискретних відліків  $\{y(1), y(2), \dots, y(k)\}$  в послідовні моменти часу. Завдання полягає в передбаченні значення  $y(k+1)$  в деякий майбутній момент часу  $k+1$ . Передбачення / прогноз має значний вплив на прийняття рішень в бізнесі, науці і техніці. Передбачення цін на фондовій біржі і прогноз погоди є типовими додатками техніки передбачення / прогнозу.

**Оптимізація.** Численні проблеми в математичній статистиці, техніці, науці, медицині та економіці можуть розглядатися як проблеми оптимізації. Завданням алгоритму оптимізації є знаходження такого рішення, яке задовольняє системі обмежень і максимізує або мінімізує цільову функцію. Відома задача комівояжера є класичним прикладом задачі оптимізації.

**Пам'ять, що адресується за змістом.** У моделі обчислень фон Неймана звернення до пам'яті доступно тільки за допомогою адреси, яка не залежить від змісту пам'яті. Більш того, якщо допущена помилка в обчисленні адреси, то може бути знайдена зовсім інша інформація. Асоціативна пам'ять, або пам'ять, що адресується за змістом, доступна за вказівкою заданого змісту. Асоціативна пам'ять надзвичайно бажана при створенні мультимедійних інформаційних баз даних.

**Управління.** Розглянемо динамічну систему, задану сукупністю  $\{u(t), y(t)\}$ , де  $u(t)$  є вхідним керуючим впливом, а  $y(t)$  - виходом системи в момент часу  $t$ . У системах управління з еталонною моделлю метою управління є розрахунок такого вхідного впливу  $u(t)$ , при якому система слідує за бажаною траєкторією, що диктується еталонною моделлю. Прикладом є оптимальне управління двигуном.

Є багато вражаючих демонстрацій можливостей штучних нейронних мереж: мережі навчили перетворювати текст в фонетичне уявлення, яке потім за допомогою вже інших методів перетворювалося в мову; інші мережі можуть розпізнавати рукописні букви; сконструйовані системи стиснення зображень, засновані на нейронних мережах. Всі вони використовують мережу зворотного поширення - найбільш успішну з сучасних алгоритмів. Зворотне поширення є систематичним методом для навчання багатошарових мереж.

Однак, зворотне поширення не вільне від проблем. Перш за все, немає гарантії, що мережа може бути навчена за кінцевий час. Багато зусиль, витрачених на навчання, пропадає марно після витрат великої кількості машинного часу. Коли це відбувається, спроба навчання повторюється - без усякої впевненості, що результат виявиться краще. Немає також впевненості, що мережа навчиться найкращим можливим чином.

Алгоритм навчання може потрапити в «пастку» так званого локального мінімуму і буде отримано найгірше рішення. Розроблено багато інших мережових алгоритмів навчання, які мають свої специфічні переваги.

Слід підкреслити, що ніяка з сьогоднішніх мереж не є панацеєю, всі вони страждають від обмежень в своїх можливостях навчатися і згадувати.

Нейронні мережі являють собою галузь знань, яка продемонструвала свою працездатність, що має унікальні потенційні можливості, багато обмежень і безліч відкритих питань. Така ситуація налаштовує на помірний оптимізм. Авторі схильні публікувати свої успіхи, але не невдачі, створюючи тим самим враження, яке може виявитися нереалістичним. Ті, хто шукає капітал, щоб ризикнути і заснувати нові фірми, повинні представити переконливий проект подальшого здійснення і прибутку.

Існує небезпека, що штучні нейронні мережі почнуть продавати раніше, ніж прийде їхній час, обіцяючи функціональні можливості, яких поки неможливо досягти. Якщо це відбудеться, то область в цілому може постраждати від втрати кредиту довіри і повернеться до застійного періоду сімдесятих років.

Для поліпшення існуючих мереж потрібно багато ґрунтовної роботи. Повинні бути розвинені нові технології, поліпшені існуючі методи і розширені теоретичні основи, перш ніж дана область зможе повністю реалізувати свої потенційні можливості.

Штучні нейронні мережі запропоновані для вирішення завдань, що тягнуться від управління боєм до нагляду за дитиною.

Потенційними додатками є ті, де людський інтелект малоефективний, а звичайні обчислення трудомісткі або неадекватні. Цей клас додатків, у всякому разі, не менше класу, що обслуговується звичайними обчисленнями, і можна припускати, що штучні нейронні мережі займуть своє місце поряд зі звичайними обчисленнями як доповнення такого ж обсягу і важливості.

В останні роки над штучними нейронними мережами домінували логічні і символно-операційні дисципліни.

Наприклад, широко пропагувалися експертні системи, у яких є багато помітних успіхів, так же, як і невдач. Дехто говорить, що штучні нейронні мережі замінять собою сучасний штучний інтелект, але багато свідчить про те, що вони будуть існувати, об'єднуючись в системах, де кожен підхід використовується для рішення тих задач, з якими він краще справляється. Ця точка зору підкріплюється тим, як люди функціонують в нашому світі. Розпізнавання образів відповідає за активність, що вимагає швидкої реакції.

Так як дії відбуваються швидко і несвідомо, то цей спосіб функціонування важливий для виживання у ворожому оточенні. Коли наша система розпізнавання образів не в змозі дати адекватну інтерпретацію, питання передається у вищі відділи мозку. Вони можуть запросити додаткову інформацію і займуть більше часу, але якість отриманих в результаті рішень може бути вище. Можна уявити собі штучну систему, що слідує такому поділу праці. Штучна нейронна мережа реагувала б в більшості випадків відповідним чином на зовнішнє середовище.

Так як такі мережі здатні вказувати довірчий рівень кожного рішення, то мережа «знає, що вона не знає» і передає даний випадок для дозволу експертній системі. Рішення, що приймаються на цьому більш високому рівні, були б конкретними і логічними, але вони можуть потребувати збір до-

даткових фактів для отримання остаточного висновку. Комбінація двох систем була б більш потужною, ніж кожна з систем окремо, слідуючи при цьому високоефективної моделі, що дається біологічною еволюцією.

Перш ніж штучні нейронні мережі можна буде використовувати там, де поставлені на карту людське життя або цінне майно, повинні бути вирішені питання, пов'язані з їх надійністю. Подібно людям, структуру мозку яких вони копіюють, штучні нейронні мережі зберігають в певній мірі непередбачуваність. Єдиний спосіб точно знати вихід складається у випробуванні всіх можливих вхідних сигналів.

У великій мережі така повна перевірка практично нездійсненна і повинні використовуватися статистичні методи для оцінки функціонування. У деяких випадках це неприпустимо. Наприклад, що є допустимим рівнем помилок для мережі, керуючою системою космічної оборони? Більшість людей скаже, що будь-яка помилка неприпустима, оскільки вона веде до величезного числа жертв і руйнувань.

Це не змінюється, залежно від тієї обставини, що людина в подібній ситуації також може допускати помилки. Проблема виникає через допущення повної безпомилковості комп'ютерів. Так як штучні нейронні мережі іноді будуть робити помилки навіть при правильному функціонуванні, то, як відчувається багатьма, це веде до ненадійності - якості, яку ми вважаємо неприпустимою для наших машин.

Схожа складність полягає в нездатності традиційних штучних нейронних мереж "пояснити", як вони вирішують задачу. Внутрішнє представлення, що виходить в результаті навчання, часто настільки складно, що його неможливо проаналізувати, за винятком найпростіших випадків. Це нагадує нашу нездатність пояснити, як ми дізнаємося людину, незважаючи на відмінність у відстані, вугіллі, освітленні і на минулі роки. Експертна система може простежити процес своїх міркувань в зворотному порядку, так що людина може перевірити її на розумність.

**Висновки.** Штучні нейронні мережі є важливим розширенням поняття обчислення. Вони обіцяють створення автоматів, що виконують функції, що були раніше виключною прерогативою людини.

Машини можуть виконувати нудні, монотонні і небезпечні завдання, і з розвитком технології виникнуть абсолютно нові додатки. Теорія штучних нейронних мереж розвивається стрімко, але в даний час вона є недостатньою, щоб бути опорою для найбільш оптимістичних проектів. В ретроспективі видно, що теорія розвивалася швидше, ніж передбачали песимісти, але повільніше, ніж сподівалися оптимісти, - типова ситуація. Сьогоднішній вибух інтересу привернув до нейронних мереж тисячі дослідників. Резонно очікувати швидкого зростання нашого розуміння штучних нейронних мереж, що веде до більш досконалих мережевих парадигм і безлічі прикладних можливостей.

### Бібліографічні посилання

1. **Аббакумов, А.А.** Применение MATLAB для реализации системы анализа финансового состояния предприятия [Электронный ресурс] / А.А. Аббакумов – Огарев-online. – 2015. – №20. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/primenenie-matlab-dlya-realizacii-sistemy-analiza-finansovogo-sostoyaniyapredpriyatiya>
2. **Ларин, М.Г.** Прогнозирование состояния банкротства предприятия с использованием нейронных сетей [Текст] / М.Г. Ларин – Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2010. – № 10. С. 372-374.
3. **Мицель, А. А.** Прогнозирование динамики цен на фондовом рынке [Текст] / А.А. Мицель, Е.А. Ефремова – Известия ТПУ. – 2006. – №8. С.197-200.
4. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=74101494> – искусственная нейронная сеть [Электронный ресурс]: Материал из Википедии – свободной энциклопедии / Авторы Википедии // Википедия, свободная энциклопедия. – Электрон. дан. – Сан-Франциско: Фонд Викимедиа, 2015.

*Надійшла до редколегії 13.03. 2017*