

УДК 004.032.26: 339.722

Д. В. МАЛАЦУК

Міжрегіональна Академія управління персоналом, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖ НА ВАЛЮТНОМУ РИНКУ

Наукові праці МАУП, 2010, вип. 2(25), с. 5–8

Проаналізовано оригінальні математичні моделі та алгоритми і створену на їх основі інформаційно-аналітичну систему підтримки і супроводу дискретних фінансових процесів, зокрема на валютному ринку.

Високоєфективні інформаційні технології та сучасні засоби комп'ютерної техніки широко використовуються в різноманітних галузях економіки та соціальної сфери. Це повною мірою стосується інформаційно-аналітичних систем підтримки прийняття рішень у фінансово-господарській сфері, зокрема і на валютному ринку. Проте, жорстка конкуренція на ринку надання банківських послуг та послуг соціального страхування стимулює появу нових фінансових продуктів, які краще адаптовані до індивідуальних потреб та вимог клієнтів. Це в свою чергу викликає потребу створення потужного інформаційно-аналітичного інструментарію для підтримки та супроводу таких фінансових процесів.

Питанням аналізу та економіко-математичного моделювання складних фінансових процесів присвятили свої наукові праці вчені: І. Т. Балабанов, О. І. Барановський, Т. Бірман, А. М. Богомолів, В. В. Бочаров, В. В. Вітлінський, В. В. Волошинов, Б. М. Герасимов, І. С. Гуцал, А. Б. Камінський [2], С. Коттл, З. О. Луцишин [3], О. С. Олексюк, Дж. Плазманд [8], П. Руффіні [9], Т. С. Смовженко, М. Тоунсенд [10], Т. Уотшем,

А. С. Філіпенко [6], С. Р. Хачатрян, О. Шаров [7], С. Шмідт, К. Яюга та ін.

Розроблено теоретичні основи моделювання дискретних фінансових процесів та створено на цій базі математичні моделі і алгоритми інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень у дискретних фінансових процесах.

Одним з найбільш удалих прикладів впровадження нейромереж на практиці є нейропакет *Brainmaker Pro (BMP)* для *Windows*. Він розроблений фірмою *California Scientific Software* і призначений для вирішення доволі широкого кола завдань у найрізноманітніших галузях: від медицини до фінансів. Як і всі інші нейропакети, він реалізує універсальні алгоритми обчислювальної математики, незалежні від предметної сфери їх застосування. Він також дає можливість прекрасно моделювати ситуації, що виникають на валютному ринку [5].

Отже, які ж переваги нейропакета порівняно зі статистичним програмним забезпеченням? По-перше, побудова математичних моделей за допомогою традиційних статистичних пакетів (наприклад, *SPSS*) завдання достатньо трудомістке, а для неспеціаліста взагалі важкоздійсненне. Але якщо

завдання добре сформульоване, то за допомогою нейропакета шукана нелінійна модель будується майже автоматично.

Незамінний нейропакет і тоді, коли часто змінюються умови, змінюються по ходу “правила гри”. Саме тому нейромережі прекрасно підходять для валютного ринку, на якому ситуація нестабільна і постійно змінюється. Трейдер, не спокушений у тонкощах статистичних методів таких складних програм, як *SAS* або *SPSS*, віддасть перевагу, звичайно ж, нейропакету. Він набагато легше налаштовується й використовується. Навчити нейромережу вирішенню добре поставлених завдань легко зможе і неспеціаліст [4].

Переваги нейромереж очевидні також там, де дуже багато вхідних даних, у яких сховані закономірності. Тому що вони дають можливість майже автоматично враховувати різні нелінійні взаємодії між показниками — ознаками, що характеризують такі дані. А це особливо важливо в системах обробки інформації. Наприклад, для її попереднього аналізу або відбору, виявлення нестандартних фактів або грубих помилок людини, яка ухвалює це рішення.

Незамінні нейромережі також у завданнях з неповною інформацією або за наявності інформаційного шуму. Допоможуть вони й у ситуаціях, коли рішення можна знайти лише інтуїтивно.

Нейромережні пакети набувають усе більшої популярності. *Brain Maker Pro* уже перевищив планку в сотні інсталяцій на ринку України. І це порівняно з обсягами продажів найпопулярнішого пакета технічного аналізу *Metastock* (до речі, у США продано понад 20000 копій *Brain Maker Pro*).

Розглянемо нейромережі з погляду моделювання складних систем. Головною її відмінністю, завдяки якій підвищується ефективність обчислювального процесу, є можливість так званого розпаралелювання обчислень. Треба відзначити, що приставка “нейро” це швидше данина рекламі, тому що аналогія з біологічними нейронами дещо умовна.

В основу нейромережі закладене поняття “штучного нейрона”, яке на практиці дає можливість реалізувати нелінійну функцію багатьох змінних. Тепер звернімося до специфіки. Ця функція відображає сукупність вхідних змінних у речовинне число з відрізка 0,1 і залежить від набору G числових коефіцієнтів (ваг), розглянутого на зразок параметра цієї функції. Вона має цілком певний вид і реалізується двома елементами — суматором і нелінійним перетворювачем.

Перший обчислює зважену суму вхідних значень, тобто компонент вектора ознак. Другий виконує саме нелінійне перетворення $F(x; G)$, де G — набір ваг на вході нейрона. Залежно від конкретного пакета користувач може сам вибрати вид цього перетворення. У результаті виходить вихідне значення нейрона: $z = F(x; G)$.

Мережа, побудована зі штучних нейронів, має певну архітектуру. Вона включає кілька десятків, а іноді сотень або тисяч нейронів, з'єднаних своїми виходами й входами. Ваги нейронів визначають ваги з'єднань, що впливають на рівень сигналу, який поширюється по нейромережі у вигляді інформаційного потоку від її входу до виходу.

Найвдалішою вважається архітектура, при якій нейрони кожного шару безпосередньо не взаємодіють один з одним. Вони можуть бути з'єднані своїми входами — виходами тільки з розташованими на двох сусідніх з ними шарах нейронами. При цьому одна частина нейронів, що мають лише по одному входу і виходу в першому шарі, використовується тільки для безпосередньої обробки вхідних ознак, а інша — для обробки сигналів, отриманих від нейронів з попереднього (зокрема, з першого) [1].

Для одержання результату використовується вихідний шар нейронів. Якщо він містить один нейрон, то в результаті обчислень за допомогою нейромережі буде отримано речовинне число. Якщо ж у нього входять два нейрони (або більше), — то вектор із двома (або більше) компонентами.

Це можуть бути мінімальна й максимальна ціни угод за торговельний день, а також ціна закриття. Результат обчислень по моделі, тобто за допомогою мережі, також називають “відгуком”. Будь-який шар між вхідним і вихідним — схований. У більшості додатків нейромережа має один такий шар. Звичайне число нейронів у ньому трохи менше, ніж у вхідному (його називають також стискаючим, оскільки він вирішує завдання зменшення розмірності).

Модель об'єкта, реалізовану нейромережею, можна назвати “чорною скринією”. Вона включає всі шари: від вхідного до вихідного, і, звичайно, має багато входів (вхідні нейрони мережної структури) і один вихід. На вхід подається набір ознак, що описують стан досліджуваного об'єкта, а на виході нейромережа видає оцінку обумовленої властивості, якщо ваги всіх нейронів мережі попередньо зафіксовані. Стан відрізняється від інших лише тим, що його дорого й важко вимірювати, або він просто не спостерігається в необхідний момент часу.

За даними експериментів створюється таблиця з наборами значень ознак і “відгуку”, по яких обов’язково заздалегідь набудовують нейромережу. На цьому етапі вибирається її архітектура мережі (усі нейропакети дозволяють робити це). Користувача, який аналізує дані, що й набудовує нейромережу, називатимемо аналітиком.

Настроюючи мережу, одержуємо, зазвичай градієнтними методами, числову вагу всіх нейронів, що ухвалюють сигнали від нейронів попереднього шару. За їх набором ($Gl... Gn$) мінімізується квадратична функція втрат, яка задає штраф між значеннями “відгуку”, що дійсно мали місце при фіксованих вагах і формованими нейромережею.

Але треба відзначити, що градієнтний алгоритм мінімізації неефективний в обчислювальному відношенні. І особливо для нейромережевої архітектури зі зворотним поширенням помилки. Це проявляється у повільній збіжності алгоритму і його “застряванні” у локальних мінімумах, схильності до “проскакування вузьких і глибоких ямок”. Отже, потрібні або наявність потужного процесора, або використання для глобальної мінімізації так званих генетичних алгоритмів, які зазвичай добре справляються з “локальними ямками”. У результаті одержуємо нелінійну модель зв’язку входів і “відгуку”: $t(x) = W(x; (Gl... Gn))$ у вигляді апроксимації їх реального зв’язку $T(x)$. Тут через ($Gl... Gn$) позначена сукупність усіх вагових коефіцієнтів у нейромережі деякої фіксованої архітектури. На основі побудованої моделі можна, подавши на її входи набір значень показників для нових даних, оцінювати “відгук”.

Нейромережі є універсальним засобом апроксимації функції багатьох змінних $T(x)$, тому описаний підхід дає можливість, поряд із застосуванням традиційних моделей багатомірної статистики, вирішувати типові прикладні завдання — класифікації, розпізнавання і прогнозування.

Світовий ринок пропонує близько 20 комерційних нейропакетів. Аналітикам, які не є дослідниками в галузі нейромереж, рекомендуються: *Neurosolution*, *Neural Works Pro- II/+5.0* (фірми *Neuralware*) і *Neuron-line (Gensym)*.

Але пам’ятаймо, що за все треба платити. І плата за прикладну універсальність нейропакета — це висока ціна, або — необхідність залучення до роботи висококваліфікованого аналітика. Зрозуміло, чим досконаліший інтелектуальний

компонент і вище “прозорість” нейропакета, тим він дорожчий. Так, комплекс *The AI Trilogy* (фірми *Ward System*) з нейропакетом *Neuroshell 2.0* ще донедавна продавався за 3,5 тис. доларів. Хоча це характерно і для статистичних пакетів.

Серйозні вимоги висуваються до якості ведення використовуваної бази даних, особливо у випадку обмеженого обсягу матеріалу навчання, а також до продуктивності процесора ПК.

Звісно, при всіх достоїнствах і недоліках різних аналітичних систем не варто забувати, що вони лише підказують, останнє ж рішення залишається за аналітиком, і ніякий, навіть найкращий пакет, не замінить досвід і кваліфікацію фахівця.

Зауважу, що ціна оснащення аналітичного відділу сучасного західноєвропейського або американського банку становить кілька мільйонів доларів. Наші ж банки витрачають на свій аналітичний відділ не більше 20 тисяч. Одиниці готові заплатити за лідерство 150–200 тисяч. Тому до насичення ринку ще дуже далеко.



Література

1. Измаурис Н. Секреты торговли валютой / Пер.: К. Загородний. — К.: 2006. — 192 с.
2. Камінський А. Б. Моделирование финансовых рисков: Моногр. — К.: Вид.-поліграф. центр “Київський університет”, 2006. — 304 с.
3. Луцишин З. О. Трансформація світової фінансової системи в умовах глобалізації. — К.: ДрУк, 2002. — 320 с.
4. Стрелец И. А. Новая экономика и информационные технологии. — М.: Экзамен, 2003. — 324 с.
5. Строуп Р., Гвартги Дж. Азбука экономики / Пер.: Ю. Кочетыгов, В. Найшулб. — К., 2004. — 285 с.
6. Філіпенко А. С. Економічний розвиток. Європейський контекст — К.: Знання України, 2001. — 120 с.
7. Шаров О. Фінансова система у контексті глобалізації інвестиційних процесів // Фінансовий ринок України. — 2007. — № 5–6. — С. 26–27.
8. Plasmans J. Dynamic Modeling of Monetary And Fiscal Cooperation Among Nations / [J. Plasmans, Aarle B Van, Bartolomeo G. Di, J. Engwerda, T. Michalak]. — Springer Verlag, 2006. — 319 p.
9. Ruffini Pierre B. Corporate strategies in the age of regional integration / Pierre B. Ruffini, J.-Kil Kim. — Edward Elgar Publishing, 2007. — 315 p.
10. Townsend M. The Euro and Economic and Monetary Union / M. Townsend. — John Harper Publishing, 2006. — 300 p.

Математичне моделювання вже достатньо зрілий метод аналізу на українському ринку, і дослідження у цьому напрямі ведуться давно.

Перетворення у цій сфері вимагають не лише кардинального поліпшення організації фінансових процесів, а й забезпечення прийняття на всіх рівнях керування науково обгрунтованих рішень. Але механічне застосування для цього відомих моделей, орієнтованих на стабільну економіку розвинених країн, недоцільне, у зв'язку з тим, що на даний час маємо доволі складну і непрогнозовану ситуацію в економіці, яка обумовлена світовою кризою. Тому розробка на новій методологічній основі сучасних методів дослідження економічних явищ і процесів є дуже потрібною. Вони можуть стати базовими інструментальними засобами для вирішення всіх класів завдань у фінансовій сфері, а у біржовій справі стати запорукою добробуту її інвесторів та фінансової стабільності підприємств й інших фінансових установ.

Математическое моделирование является более зрелым методом анализа на украинском рынке, и исследования в этом направлении ведутся уже достаточно давно.

Преобразования в этой сфере требуют не только кардинального улучшения организации финансовых процессов, но и обеспечения принятия на всех уровнях управления научно обоснованных решений. Но механическое применение для этого известных моделей, ориентированных на стабильную экономику развитых стран, нецелесообразно, в связи с тем, что на данное время существует достаточно сложная и непрогнозируемая ситуация в экономике, обусловленная мировым кризисом. Поэтому нужной является разработка на новой методологической основе современных методов исследования экономических явлений и процессов. Они могут стать базовыми инструментальными средствами для решения всех классов задач в финансовой сфере, а по биржевому делу — залогом благосостояния ее инвесторов и финансовой стабильности предприятий и других финансовых учреждений.

A mathematical design is already more mature method of analysis at the Ukrainian market, and researches from this direction are conducted already a long ago enough.

Transformations to this sphere require not only the cardinal improvement of organization of financial processes but also providing of acceptance on all of levels of management of the scientifically grounded decisions. But mechanical application for this reason of the known models, developed countries oriented to the stable economy, is inadvisable, in connection with that on this time have a difficult enough and not forecast situation in an economy, which is conditioned a world crisis. Therefore necessary is development on new methodological basis of modern methods of research of the economical phenomenon and processes. They can become base tools for the decision of all of classes of tasks in a financial sphere, and in exchange business — by the mortgage of welfare of its investors and financial stability of enterprises and other financial institutions.

Надійшла 20 березня 2010 р.