

УДК 519.688:336.76.066

О. П. Луценко, О. Г. Байбуз

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ФУНКЦІЙ РИЗИКУ РОЗЛАДНАННЯ В ПРОЦЕСІ ФІНАНСОВОЇ ТОРГІВЛІ

На основі раніше запропонованих авторами обчислювальних схем функцій ризику розладнання розроблена система підтримки прийняття рішень у процесі фінансової торгівлі. Наведена архітектура пакету.

Ключові слова: статистика, визначення розладнань, біржова торгівля, функція ризику, UML, програмний пакет.

На основе ранее предложенных авторами вычислительных схем функций риска разладки разработана система поддержки принятия решений в процессе финансовой торговли. Приведена архитектура пакета.

Ключевые слова: статистика, определение разладок, биржевая торговля, функция риска, UML, программный пакет.

On the basis of the previously proposed computational schemes of change-point risk functions a system of decision-making support in financial trading has been developed. The architecture of the system is given.

Key words: statistics, change-point detection, stock market, risk function, UML, program package.

Вступ. Системи підтримки прийняття рішень у фінансовій сфері – один з найбільш актуальних напрямків у розвитку інформаційних технологій. Такі системи можуть забезпечити значну конкурентну перевагу в порівнянні з іншими учасниками ринку і, як наслідок, викликають значний інтерес у сфері фінансової торгівлі. Розробка нових технологій прогнозування станів ринку та оцінки ризиків, а також дослідження можливості використання сучасних методів аналізу для прогнозування валютного ринку є особливо актуальним завданням, враховуючи збільшення популярності Forex в останні роки.

Аналіз літературних даних. Серед методів, найбільш часто вживаних у технічному аналізі, можна виділити: допоміжні побудови на графіках курсів валют (лінії опору і підтримки, лінії тренда і т. д.), індикатори та осцилятори. Існує велика кількість різновидів і модифікацій цих методів, але для більшості з них характерні загальні недоліки [1, 2]:

1) суб'єктивність допоміжних побудов, яка виключає їх автоматизацію;

2) значна затримка в часі, викликана використанням у розрахунках індикаторів і осциляторів ковзних середніх;

3) велика кількість помилкових сигналів розвороту тренда при використанні осциляторів.

Останнім часом, у зв'язку з недавнім досягненням персональними ЕОМ необхідного рівня обчислювальних можливостей, популярність починають набувати більш комплексні підходи до вирішення завдання технічного аналізу: підходи з використанням нейронних мереж [3], генетичних алгоритмів [4], технології розпізнавання візуальних образів [5]. На ринку програмного забезпечення досить широко представлені комерційні програмні продукти, що використовують технології нейромережевої побудови та оптимізації комплексних індикаторів на основі існуючих (Neuroshell Trader, BioComp Profit, Brain Maker Professional) і технології оптимізації торгових стратегій за допомогою генетичних алгоритмів (Neuroshell Trader, Wave59).

Постановка цілей статті. В основі моделі, на якій заснована пропонується система прийняття рішень, лежить припущення, що точки розладнання статистичних характеристик ряду котирувань (зміни прямої тренду) є випадковою величиною, функція розподілу якої повільно змінюється з часом. Відновивши щільність розподілу, отримаємо можливість на кожному кроці спостережень судити про ймовірність зміни напрямку ринкової тенденції.

Мета даної статті – описання архітектури практичної реалізації обчислювальних схем функцій ризику розладнання на основі запропонованої моделі у програмному пакеті.

Основний матеріал. Опис моделі. В роботі [6] авторами був детально описаний процес відновлення щільності розподілу вектору характеристик ділянок квазістаціонарності, на які ряд розбивається точками розладнань. Ця щільність є щільністю розподілу моментів розвороту тренду в залежності від прирощення значення курсу валют з моменту минулого розвороту і часу (рис. 1). Знаючи цю щільність, а також поточне (з моменту останнього зафіксованого розладнання до теперішнього моменту) значення (x_s, y_s) , шляхом інтегрування функції щільності можливо обчислити функцію ризику, що виражає ймовірність розвороту тенденції на заданому інтервалі часу в майбутньому.

$$P = \frac{P_1}{P_2},$$

$$P_1 = \int_t^{t+\Delta t} p_1(x | y = y_t) dx,$$

$$P_2 = \int_{t+\Delta t}^{\infty} p_1(x | y = y_t) dx,$$

де y_t – поточне значення ціни валютної пари,

$p_1(x, y)$ – відновлена щільність розподілу вектору координат розладнань,

$p_{2,h}(y)$ – щільність розподілу природжень ряду котирувань за h проміжків часу.

Але така модель не позбавлена недоліку: значення ціни від розладнання до разладнання залишається порівняно постійним лише при бічному тренді. Висхідний та спадаючий тренд характеризуються направленим рухом ціни. З цих міркувань авторами пропонується наступне уточнення до моделі: замість постійного значення ціни y_t введемо функцію $y_t = f(Dy, t)$, де Dy – природження ціни на одиничному інтервалі часу:

$$P_1 = \int_t^{t+\Delta t} p_1(x | y = y(\Delta y, t)) dx,$$

$$P_2 = \int_{t+\Delta t}^{\infty} p_1(x | y = y(\Delta y, t)) dx.$$

При цьому для збереження фізичного змісту ймовірності додатково введемо енергетичну міру:

$$\int_{-\infty}^{\infty} p_1(x | y = y(\Delta y, t)) dx = 1.$$

Залишилося відмітити ще один аспект задачі: функція одиничних природжень $y(\Delta y, t)$ не є точно детермінованою через ймовірнісний характер параметру Δy , а отже, її значення у майбутньому у момент часу t можна оцінювати лише з ймовірнісної точки зору. Ймовірності справдження різноманітних сценаріїв щодо значення $y(\Delta y, t)$ напряму залежать від ймовірностей набуття того чи іншого значення параметром Δy , звідси, оцінивши щільність розподілу одиничних природжень цін Δy на певному інтервалі часу в минулому, отримаємо набір значень функції $y(\Delta y, t)$ для всієї неперервної області визначення параметру Δy (рис. 2). Щоб екстраполювати значення отриманого набору функцій на інтервали часу $t > 1$, приймемо припущення, що функція щільності одиничних природжень Δy не змінюється на протязі дії одного тренду, тобто від розладнання до розладнання (це припущення не вступає у протиріччя з визначенням тренду).

Підсумкове значення $y(\Delta y, t)$, яке використовуватимемо при розрахунках, визначимо як математичне очікування $y(\Delta y, t)$:

$$M = \int_{-\infty}^{\infty} y(\Delta y, t) f(\Delta y) d\Delta y.$$

Звідси:

$$P = \frac{P_1}{P_2},$$

$$P_1 = \int_t^{t+\Delta t} p_1(x | y = \int_{-\infty}^{\infty} y(\Delta y, t) f(\Delta y) d\Delta y) dx,$$

$$P_2 = \int_{t+\Delta t}^{\infty} p_1(x | y = \int_{-\infty}^{\infty} y(\Delta y, t) f(\Delta y) d\Delta y) dx.$$

Для задачі аналізу ринку має значення не тільки ймовірність розладнання, але також інтервал, до якого в момент розладнання належатиме величина, що спостерігається. У цьому випадку можливі інші інтегральні функції, зокрема ймовірність потрапляння значення ряду при розладнанні до інтервалу $[b_1; b_2]$:

$$P = \int_x \int_{b_1}^{b_2} p_1(x, y) p_{2,h}(y) dy dx,$$

$$P = \int_t \int_{y_t}^{\infty} p_1(x, y) dy dx,$$

а також ймовірність не перевищення певного значення при направленому тренді:

$$P = \frac{P_1}{P_2},$$

$$P_1 = \begin{cases} \int_t^{\infty} \int_{y_t}^{y_{cp}} p_1(x, y) dy dx, & y_{cp} \geq y_t \\ \int_t^{\infty} \int_{y_{cp}}^{y_t} p_1(x, y) dy dx, & y_{cp} < y_t \end{cases},$$

$$P_2 = \begin{cases} \int_t^{\infty} \int_{y_t}^{\infty} p_1(x, y) dy dx, & y_{cp} \geq y_t \\ \int_t^{\infty} \int_{-\infty}^{y_t} p_1(x, y) dy dx, & y_{cp} < y_t \end{cases}.$$

Область застосування такої функції – контроль величин тейк-профіт і стоп-лосс при відкритті торговельної позиції. Знаючи ймовірності досягнення ціною певного рівня, можемо приймати рішення про встановлення тейк-профіту (значення ціни, на якому відкрита угода закривається з прибутком, щоб зафіксувати успіх) і стоп-лоссу (значення ціни, на якому угода закривається з втратами, щоб запобігти подальшим втратам) по величинам їхнього математичного очікування.

На основі описаних функцій ризику була створена інформаційна система підтримки прийняття рішень, призначена для надання користувачу інформації про поточний стан ринку. Реалізована також можливість тестувати торговельні стратегії з використанням вказаних функцій на історичних даних.

Архітектура програмного пакету. Програмний пакет працює по принципу клієнт-сервер, де на сервері зберігається база даних і виконуються хранимі процедури. На стороні клієнта проводиться решта розрахунків.

В якості СУБД використовується **MS SQL Server**, клієнтська частина проекту написана на **C#** і потребує бібліотек **NET Framework 4.0**.

В якості технології проектування системи було обрано мову **UML** з огляду на її відкритість і загальнозрозумілість.

На рис. 1 представлено діаграму варіантів використання (Use-Case) програмного пакету:



Рис. 1. UseCase діаграма програмного пакету

До складу системи підтримки прийняття рішень входять наступні підсистеми:

1) база даних котирувань, в якій містяться дані історії котирувань і храним процедури додавання, видалення та вибірки (з перетворенням до різних масштабів часу) інформації;

2) підсистема управління даними на рівні програмного додатка, що включає методи отримання даних, розпаковки, читання і внесення даних до бази. Дані котирувань можуть бути отримані з обраного вручну ASCII файлу формату Metastock шляхом автоматичного завантаження архівів котирувань, а також у реальному часі через протокол DDE (рис. 2).

Клас Downloader забезпечує формування списку файлів архівів котирувань, які необхідно завантажити з серверу, асинхронну обробку черг завантаження, розпакування архівів та забезпечує порядок зчитування з розпакованих текстових файлів інформації (викликаючи метод Metastock.ReadASCII);

3) підсистема графічного виводу, що включає засоби відрисовки кривих різноманітних типів та забезпечує правильну перерисовку кривих у разі зміни масштабу або часового інтервалу (рис. 3).

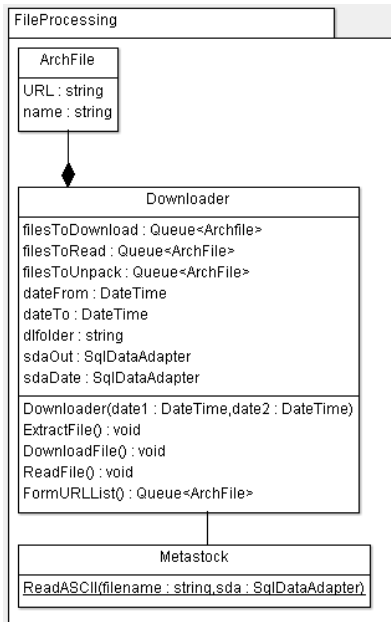


Рис. 2. Діаграма класів модуля управління даними

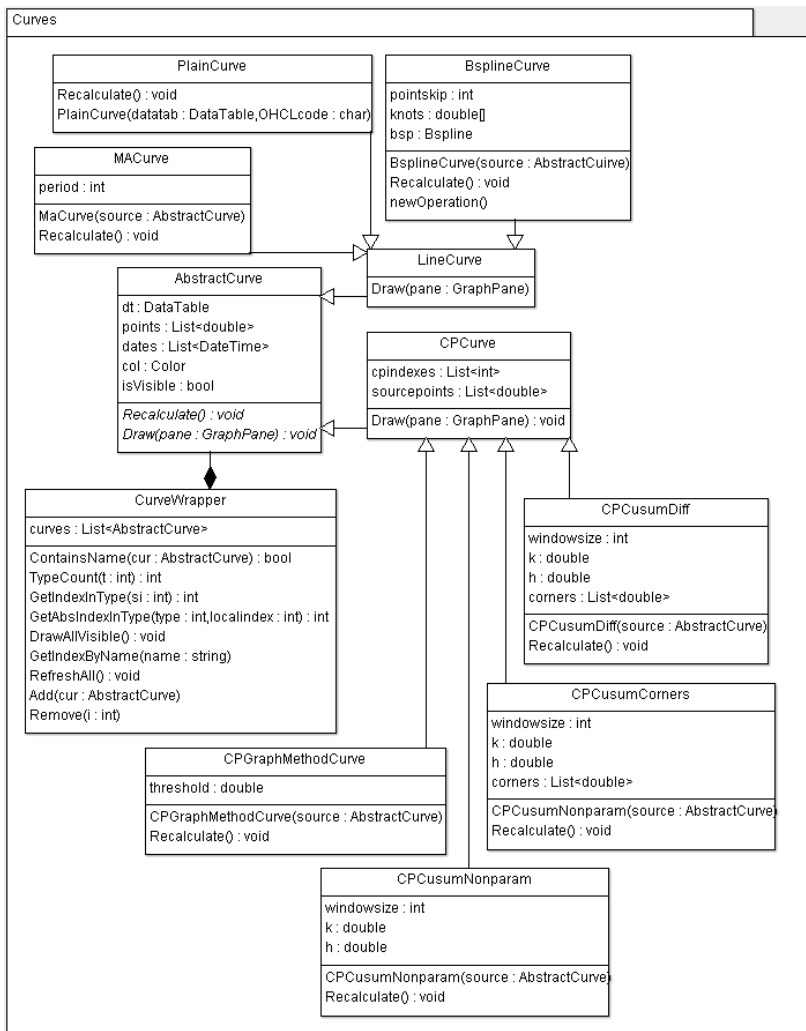


Рис. 3. Діаграма класів модуля графічного виводу

Бібліотека включає дерево класів, призначених для відрисовки кривих, точок на кривих та графіків барів і японських свічок. Класи-наслідники містять методи перерахунку даних кривих, сформованих конкретними методами. Клас `CurveWrapper` містить інформацію і методи роботи з кривими та забезпечує взаємодію з віконним середовищем;

4) бібліотеку математичних класів і функцій, що включає методи розрахунку статистичних характеристик, згладжування, пошуку розладнань, відновлення щільності та інше математичне забезпечення, необхідне для реалізації моделі. Архітектура підсистеми в рамках даної статті не приводиться з огляду на очевидність структури такої бібліотеки;

5) підсистему імітаційного моделювання, що включає реалізації торговельних стратегій та супутні об'єкти і призначена для імітаційного обрахунку результатів торгівлі на історичних даних (рис. 4).

Об'єкт класу TradingSystem керує набором об'єктів класу Order, відкриваючи і закриваючи їх у процесі послідовного аналізу вхідного ряду цін згідно з умовами, прописаними у методі, відповідному до стратегії, що тестується.

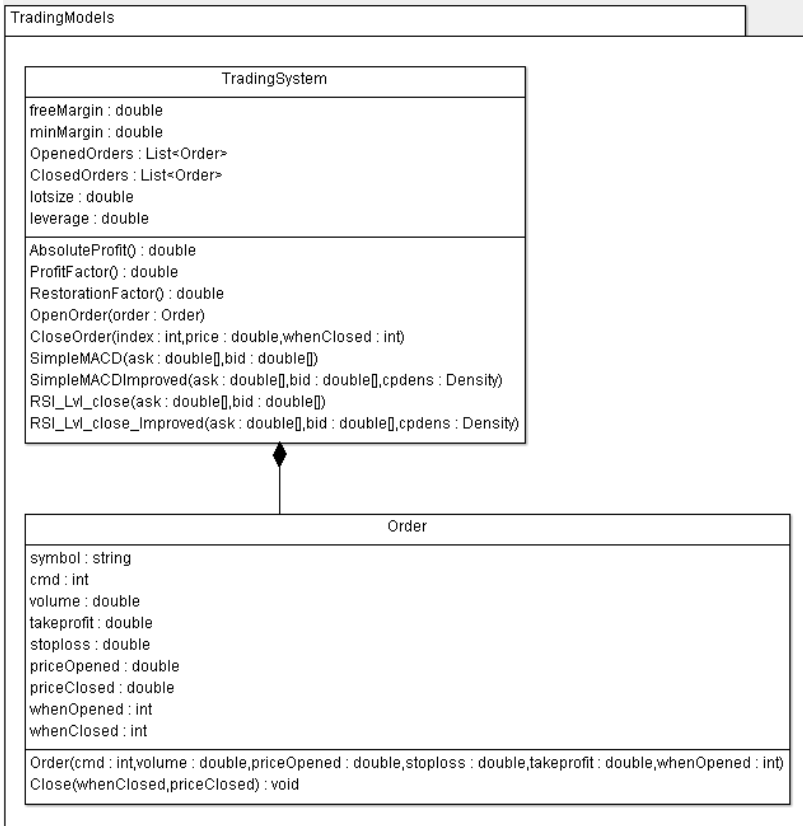


Рис. 4. Діаграма класів модуля імітаційного моделювання

На рисунку 5 представлений вигляд головного вікна програми, на якому відображені графіки поточної валютної пари (з відміченими точками розладнання) та функції ризику розладнання.

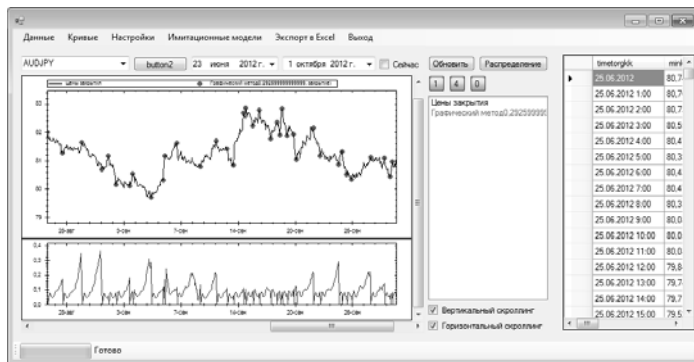


Рис. 5. Головне вікно програми

Висновки. Розроблена інформаційна система підтримки прийняття рішень, призначена для надання користувачу інформації щодо ризику розладнання процесу коливання валютних котирувань.

Область застосування системи – покращення результативності торговельних стратегій шляхом управління об’ємом угоди, а також величинами тейк-профіт і стоп-лосс, і, таким чином:

1. Вигравати як мінімум у довгостроковій перспективі завдяки властивості ймовірності, що має назву закону великих чисел.
2. Автоматично раніше закривати угоди, що були відкриті незадовго до ймовірного закінчення тренду, і довше тримати відкритими угоди, відкриті на початку тренду.

Бібліографічні посилання

1. **Kahn M. N.** Technical Analysis Plain and Simple: Charting the Markets in Your Language / M. N. Kahn // FT Press. – 2010. – 352 p.
2. **Demark T. R.** The New Science of Technical Analysis / T. R. Demark // John Wiley. – 1994. – 247 p.
3. **Kuan C. M.** Forecasting exchange rates using feedforward and recurrent neural networks / C. M. Kuan, T. Liu // Journal of Applied Econometrics. – 1995. – 10. – P. 347–364.
4. **Mendes L.** A Forex trading system based on a genetic algorithm / L. Mendes, P. Godinho, J. Dias // Journal of Heuristics. – 2012. – Vol. 18. – N 4 – P. 627–656.
5. **Ciskowski P.** Neural Pattern Recognition with Self-organizing Maps for Efficient Processing of Forex Market Data Streams / P. Ciskowski, M. Zaton // Artificial Intelligence and Soft Computing. – 2010. – 6113. – P. 307–314.

6. **Луценко О. П.** Відновлення форми розподілу точок розладнань на часовому ряді валютних котирувань [Електронний ресурс] / О. П. Луценко, О. Г. Байбуз // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій : зб. наук. праць. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2013. – Т. 17. – С. 71–80. – Режим доступу: <http://actualproblems.dp.ua/index.php/APAIT/article/view/47>

Надійшла до редколегії 12.09.14