

УДК 336.144:334

Поліщук В.Г., к.е.н., старший викладач кафедри фінансів,

Голас А.М., магістрант кафедри фінансів

Луцький національний технічний університет

ПРОГНОЗУВАННЯ РЯДІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ НА ФІНАНСОВИХ РИНКАХ ЯК МЕТОД ФІНАНСОВОГО ІНЖИНІРИНГУ

У статті запропонована методика і програма автоматизації адаптивного моделювання рядів економічної динаміки. Визначено інструменти адаптації моделі ряду і етапи здійснення процесу побудови адаптивно-раціональної моделі прогнозування на основі трендової пам'яті із використанням спеціальних процедур програми LastCorrel.

Ключові слова: тренд, ряд динаміки, прогноз, моделювання.

V. Polishchuk, A. Golas

Lutsk national technical university

THE PROGNOSTICATION OF ECONOMIC DYNAMICS ROWS IN FINANCIAL MARKETS AS A METHOD OF FINANCIAL ENGINEERING

In the article the offered method and program of automation adaptive design of economic dynamic rows. Certainly instruments of adaptation model row and stages realization of process construction of adaptive-rational model of prognostication on the basis of trend memory with use of the special program procedures TimeRows.

Keywords: trend memory, dynamic row, prognosis, modeling.

Полищук В.Г., Голас А.М.

Луцкий национальный технический университет

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЯДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ КАК МЕТОД ФИНАНСОВОГО ИНЖИНИРИНГА

В статье предложена методика и программа автоматизации адаптивного моделирования рядов экономической динамики. Определены инструменты адаптации модели ряда и этапы осуществления процесса построения адаптивно-рациональной модели прогнозирования на основе трендовой памяти с использованием специальных процедур программы LastCorrel.

Ключевые слова: тренд, ряд динамики, прогноз, моделирование.

Постановка проблеми у загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Розробка надійних і ефективних прогнозів часових рядів економічної динаміки (ЧРЕД) можлива тільки при наявності сучасного інструментарію і опанування принципами його умілого використання. Саме фінансовий інжиніринг – це цілеспрямоване розроблення та реалізація нових фінансових інструментів та нових фінансових технологій, а також творчий пошук нових підходів до вирішення фінансових проблем за допомогою уже відомих фінансових інструментів та технологій. Можна сказати, що фінансовий інжиніринг допомагає банкам та іншим фінансовим посередникам оперативніше та ефективніше реагувати на зміни, що відбуваються у світі, в законодавстві та економіці конкретної країни, всередині конкретного суб'єкта господарювання.

В цілому, фінансовий інжиніринг передбачає створення (конструювання) нових фінансових продуктів (інновацій), надання нових фінансових послуг; використовує цінні папери та фінансові інструменти у вигляді контрактів для створення їх гібридних та синтетичних комбінацій; застосовується для управління ризиками, ліквідністю та

доходністю; перерозподілу грошових ресурсів та інформації, передбачає вироблення схем оптимізації фінансової в цілому та податкової зокрема, виробничої та маркетингової діяльності із врахуванням законодавчих та ринкових недосконалостей. В сучасних умовах є перспективним вирішення прогнозування ЧРЕД та розробка нового програмного забезпечення в контексті пошуку покращених інструментів фінансового інжинірингу для чіткого прогнозу фінансового ринку.

Вирішенню завдання побудови траєкторії руху економічного об'єкта присвячено величезну кількість наукових праць. Незважаючи на це можна стверджувати, що математична формалізація даної проблеми не має практичної значущості і не може застосовуватися при проектуванні методів впливу на реальний об'єкт управління. Обґрунтованість даного твердження підтверджується тим фактом, що "будь-яка спроба здійснити переклад об'єкта, під дією керування, з початкового стану в бажане кінцеве упирається в принципову неможливість математично точного визначення початкових умов об'єкта". Опис динамічних властивостей економіко-соціальних систем в формалізованому вигляді практично неможливо, оскільки важко вказати функціональну взаємозв'язок між станом і управлінням. Тобто неможливо визначити параметри системи управління за параметрами об'єкта управління і, отже, немає можливості побудувати алгоритм адаптера. Це викликано багатьма причинами. Одна з них – складність процесів, що виникають в економіко-соціальних системах. В результаті, не створюючи моделі системи управління в цілому, будують моделі планування та регулювання.

Таким чином, існуючі методи прогнозування не дають вичерпних відповідей по багатьох питаннях. Очевидно наступне, модель прогнозу ЧРЕД повинна: 1) бути оперативною і адаптивною; 2) по можливості без втрат використовувати наявну інформацію; 3) забезпечувати достатній горизонт прогнозу.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Адаптивний підхід розвивається в трьох напрямках. Перше з них орієнтоване на ускладнення адаптивних прогнозних моделей. Ідея другого напрямку полягає в удосконаленні адаптивного механізму моделей прогнозування. У третьому напрямку реалізується підхід спільного використання адаптивних принципів та інших методів прогнозування, зокрема, імітаційного моделювання. По визначенню І.В. Бестужева-Лади, прогнозування – розробка прогнозу, спеціальне наукове дослідження конкретних перспектив розвитку будь-якого явища [1]. В зарубіжній літературі, як правило, використовується термін "технологічне прогнозування", причому під технологією розуміється будь-яке цілеспрямоване прикладення природничих наук для практичної діяльності. Одне з найперших визначень дано Р. Ленцем: технологічне прогнозування – це передбачення майбутніх винаходів, технічних характеристик і функціональних можливостей машин і приладів, які використовуються для суспільно корисних цілей [4]. Е. Янч визначає технологічний прогноз як ймовірне ствердження про майбутнє з відносно високим ступенем достовірності [8]. Г.М. Добров визначає науково-технічний прогноз як імовірнісну оцінку можливих шляхів і результатів розвитку науки і техніки, а також потрібних для їх досягнення ресурсів і організаційних мір [3]. Прогнозний фон – це сукупність зовнішніх по відношенню до об'єкту прогнозування умов, які є суттєвими для вирішення задачі прогнозу [6].

Найбільш близькою до вирішення поставленої проблеми є дослідження, в якому розглянуто питання оптимізації управління економічним процесом на підставі ідентифікації його перехідної динамічної характеристики. Представлена стаття є розвитком ідей, які відображені у роботі [2].

Цілі статті. Метою нашого дослідження є розгляд економіко-соціальних об'єктів і процесів з точки зору прогнозування траєкторії їхнього руху на основі адаптивної

ідентифікації їх властивостей та розробка методики і програми автоматизації прогнозного моделювання рядів економічної динаміки, для забезпечення максимальної достовірності виконання прогнозу, розробка методики і програми автоматизації прогнозного моделювання рядів економічної динаміки і побудови адаптивно-раціональної моделі прогнозу.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Фінансовий інжиніринг передбачає створення (конструювання) нових фінансових продуктів (інновацій), надання нових фінансових послуг; використовує цінні папери та фінансові інструменти у вигляді контрактів для створення їх гібридних та синтетичних комбінацій; застосовується для управління ризиками, ліквідністю та доходністю; перерозподілу грошових ресурсів та інформації, передбачає вироблення схем оптимізації фінансової в цілому та податкової зокрема, виробничої та маркетингової діяльності із врахуванням законодавчих та ринкових недосконалостей.

Суть фінансового інжинірингу полягає у:

- застосуванні відомих фінансових інструментів, процесів та технологій до вирішення завдань у сфері фінансів на нових ринках;
- конструюванні інноваційних фінансових продуктів через синтезування та гібридні комбінації існуючих;
- створення нових інструментів для вирішення нових завдань на існуючих ринках.

Сьогодні уже нікого не здивує отримання будь-яким користувачем Internet в Україні інформації з web-сторінок бірж чи позабіржових систем у режимі “on-line”. Наприклад, на офіційних веб-сторінках CME Group (www.cmegroup.com), NYSE Euronext (www.euronext.com) можна отримати необхідну інформацію щодо біржових цін та курсів на основні контракти, ознайомитися з правилами роботи цих бірж, оригіналами ф'ючерсних контрактів на всі базові активи, повідомленнями про ризики, видами спекулятивних та хеджевих рахунків, системами маржевих внесків, основними учасниками біржової торгівлі, інструктивними матеріалами щодо здійснення спекулятивних та хеджевих операцій тощо.

Революційні зміни у системах та засобах зв'язку дозволили через синхронізацію торгів об'єднати фінансові ринки (біржові та небіржові), які діють у певний час доби та на різних континентах земної кулі, у єдиний світовий фінансовий ринок, що функціонує цілодобово. До цього часу на світовому фінансовому ринку чітко виявляються якісні зміни, які уже не можна ігнорувати. Розвиток Internet як середовища розподілу фінансових транзакцій та інвестицій призвів до переміщення фінансових ринків у мережу. Розвиток мережевих технологій, випередивши наявні концепції розвитку грошового та фондового ринків, зумовив їх трансформацію та перегляд самих основ біржової та позабіржової торгівлі.

Internet розвивається як глобальне розподілене середовище фінансових транзакцій і інвестицій, доступ до якого здійснюється з будь-якої точки світу за наявності мінімальних апаратних і програмних ресурсів. Фінансові ринки переміщуються в мережу, а біржі стають електронними. На арену виходять альтернативні торгові системи (ATS-Alternative Trading System) – фактично нові торгові майданчики, що є конкурентами класичних бірж. Технологія електронної торгівлі значно дешевша, ніж стандартна біржа, як для творців електронних торгових систем, так і для їх користувачів. Новинкою серед бізнес-моделей функціонування фондового ринку є Електронні комунікаційні мережі (ECN-Electronic Communication Networks). Еволюційно відбувається переорієнтація інфраструктури фондового і грошового ринків

на індивідуального інвестора. Internet-брокери прийшли в цей сектор послуг, використовуючи прямий і відкритий доступ до фінансових ринків.

Завдяки зниженню цін на комунікаційні послуги і персональні комп'ютери за останні роки зріс новий сектор послуг щодо он-лайн трейдингу – здійснення торгових операцій щодо формування й управління інвестиційним портфелем через Internet.

Internet спростив прийом ордерів і забезпечив доступ до інформаційних ресурсів, які раніше були доступні лише обраним.

Більше того, через Internet пропонується концептуально новий вибір інтерактивних послуг, причому цілодобово – потік котирувань в реальному часі, засоби візуалізації і технічного аналізу даних, новини і звіти компаній, відстеження стану інвестиційного портфеля (склад і поточна вартість та прибутковість активів), рекомендації на купівлю і продаж, дослідження ринку взагалі й окремих його сегментів, здійснення навчальних транзакцій на тренувальному рахунку і т. ін.

У сфері надання інформаційних послуг конкурентами бірж також є відомі інформаційні агентства. Наприклад, інформаційне агентство Рейтер (Reuters) надає своїм клієнтам ще ширший спектр послуг. Встановлений у його головному офісі спеціальний термінал, підключений до відомих бірж, крім отримання інформації про поточні біржові ціни та курси, політичні та економічні події, що на них впливають, дає можливість бути віртуально присутнім на біржових торгах, бачити виконання власних замовлень біржовими брокерами.

Сьогодні в Інтернеті мають свої сервери валютні та фондові біржі, торговельні системи, інвестиційні компанії, інформаційні агентства, які спеціалізуються на продажі інформаційного продукту по фондовому ринку.

Торговельна система створюється організатором торгівлі, який регулює її діяльність. Організатор торгівлі на ринку цінних паперів – це юридична особа, яка є професійним учасником ринку цінних паперів і здійснює діяльність організації торгівлі на ринку цінних паперів. Під організаторами торгівлі розуміють фондові біржі і організаторів позабіржової торгівлі на ринку цінних паперів. Заходи на випадок виникнення надзвичайних непередбачуваних обставин, які ведуть до збоїв в торговельній системі, втрати і порушення баз даних по угодах купівлі-продажу цінних паперів, відповідальність організатора торгівлі за ці збої і втрати повинні передбачуватись в правилах організатора торгівлі.

На світовому біржовому ринку функціонує декілька електронних систем торгівлі. На ф'ючерсних біржах ще десять років тому було запроваджено системи Globex та Project A. Система Globex Чиказької торговельної палати – CBOE (Chicago Board of Trade) та система Project A [7].

Ринок Форекс (Forex – FOReign EXchange) є позабіржовим ринком. Він являє собою неформальну мережу торговельних відносин між учасниками ринку по усьому світу, включаючи центральні, комерційні, інвестиційні банки, пенсійні фонди, брокерів і дилерів, страхові компанії, транснаціональні корпорації і приватних осіб. На даному ринку проходять торговельні операції по всіх основних валютах.

Саме на ринку Форекс доцільно проводити прогнозування рядів економічної динаміки. Надійність прогнозних оцінок часових рядів економічної динаміки знаходяться в прямій залежності від того, наскільки в них враховано і знайшло відображення і адаптивність і раціональність прогнозованих процесів. Суть питання полягає в тому, як знайти механізм, який реалізує процес адаптації до проявів розуму. В даний час змістовний сенс “розумного” в адаптивно-раціональній моделі реалізується на рівні її експертного оцінювання. У даний роботі робиться спроба вилучення елементів розумного на рівні формалізованих методів і пропонується інструмент

автоматизації експертного підходу до побудови адаптивно-раціональної моделі прогнозу.

Процес прогнозування соціально-економічних процесів передбачає перш за все отримання і обробку даних спостережень, які складають так званий ряд динаміки $X_t = x_1(t), x_2(t), \dots, x_i(t), \dots, x_n(t)$.

В ряді X_t звичайно відокремлюють 3 структурних складових: U_t – тренд, тобто регулярна компонента, така, що характеризує загальну тенденцію; V_t – циклічна компонента; E_t – випадкова компонента, така, що утворюється під впливом різних (як правило, невідомих) причин, тобто динамічний ряд X_t структурно має вигляд:

$$X_t = U_t + V_t + E_t. \quad (1)$$

Моделювання динамічного ряду X_t звичайно спирається на відпрацьований перелік математичних підходів і прийомів, які можуть бути спрощені у зв'язку з тим, що прогнозна модель не вимагає тієї математичної строгості, без якої аналітичні методи просто не працюють.

Любий нестационарний ЧРЕД саме в силу своєї нестационарності володіє деякою пам'яттю. Рівень цієї пам'яті і характер траєкторії руху ряду можна визначити застосуванням RS – аналізу до розглянутого ряду. Зокрема показник Херста $H \neq 0,5$, обчислений для ряду, вже свідчить про наявність пам'яті, в тому числі – фрактальної. З наближенням H до одиниці рівень детермінованою складовою ряду зростає. Носіями пам'яті ряду, як уже було сказано, прийнято вважати його трендову і циклічну складові.

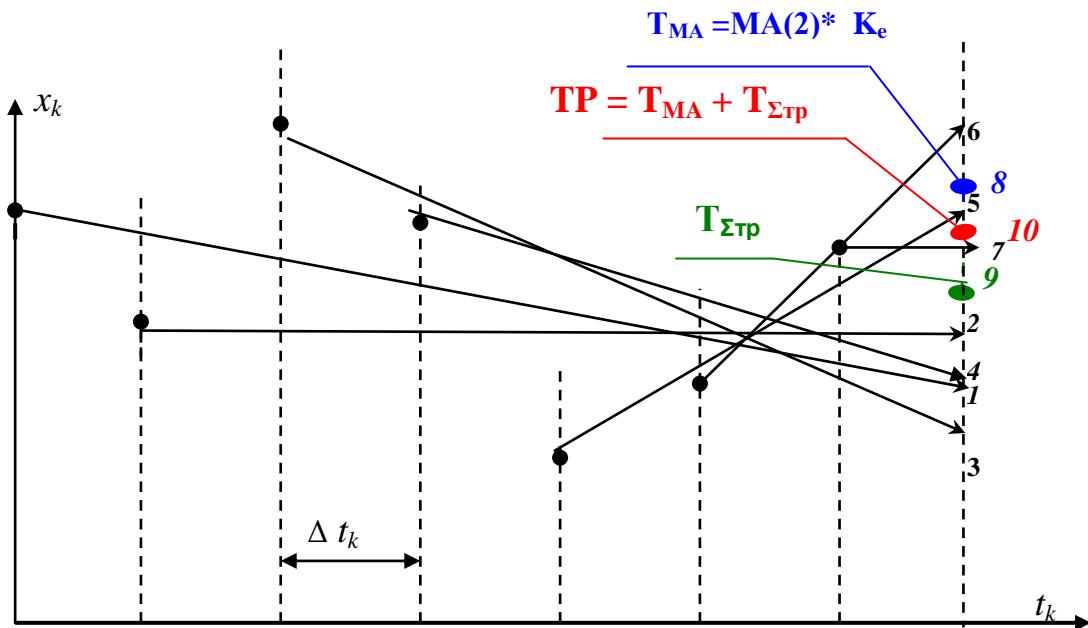


Рис.1. Схема методу ковзаючих трендів

Просте виділення трендової складової U_t з ряду враховує вплив усіх точок ряду однаково, оскільки отримують її на основі МНК-оцінок. Однак природно припустити, що це не так – швидше за все тренди на окремих ділянках ряду вносять різний внесок у результуючий тренд. Якщо якимось чином з'ясувати це розходження, то частка складової U_t , може бути збільшена, і тим самим підвищена прогнозованість процесу.

Виділення циклічної компоненти V_t передбачає як мінімум періодичність цієї складової ряду, чому далеко не завжди відповідає структура досліджуваного ряду. Таким чином, можна стверджувати, що компонента E_t майже напевно, або на статистичному рівні значущості, містить детерміновану частину ряду, виключену з моделі прогнозу.

Ідея пропонованого методу прогнозування полягає в наступному. Розглянемо деякий ряд (див. рис. 1) з точки зору наявності в ньому трендів, що охоплюють різні періоди часу. Тут по відомим точкам ряду $x_1 - x_9$ прогнозується положення x_{10} точки 10. Крок проходження точок $\Delta t_k = const$.

Лінії зі стрілками показують лінійні тренди виду $x_{8,j} = a_{0,j} + a_{1,j}x_8$, де j – номер тренда, від 1-го до 7-го, розповсюджується до точки 10: тренд 1 по точкам 1, 2, ..., 7; тренд 2 по точкам 2, 3, ..., 7 і т.д. Останній сьомий тренд не має лінійного члена. Точка x_9 ($T_{\Sigma TP}$) обраховується за формулою :

$$T_{\Sigma TP} = \frac{K_u}{n_T} * \sum_{i=n}^{n_T} TiLi , \quad (2)$$

де $T_{\Sigma TP}$ – середнє по трендам;
 K_u – підсилення трендів;
 n_T – довжина базового ряду;
 Ti – значення тренду побудованого від i -ї точки до точки n_T базового ряду і вихідний на точку $n_T + 1$;
 Li – зважуванні коефіцієнти трендів, які беруться з обраного методу зважування.
 Положення x_8 точки 8 визначається за формулою:

$$T_{MA} = MA(2) * K_e , \quad (3)$$

де $MA(2)$ значення ковзного середнього;
 K_e – експертна поправка відносно ковзного середнього.
 Прогнозна точка 10 визначається як:

$$TP = T_{MA} + T_{\Sigma TP} . \quad (4)$$

Однак визначення по середньому, звичайно, не гарантує прийняттого результату. Природно було б застосувати якусь стратегію мінімізації відхилення справжнього стану точки і обчисленого за Формулі (5). Для цього можна використовувати так званий прогноз TP.

Для реалізації такої стратегії була розроблена спеціальна програмна процедура TP для програми аналізу часових рядів LastCorrel. Умовно викладений метод названий прогнозуванням на основі ковзаючих трендів.

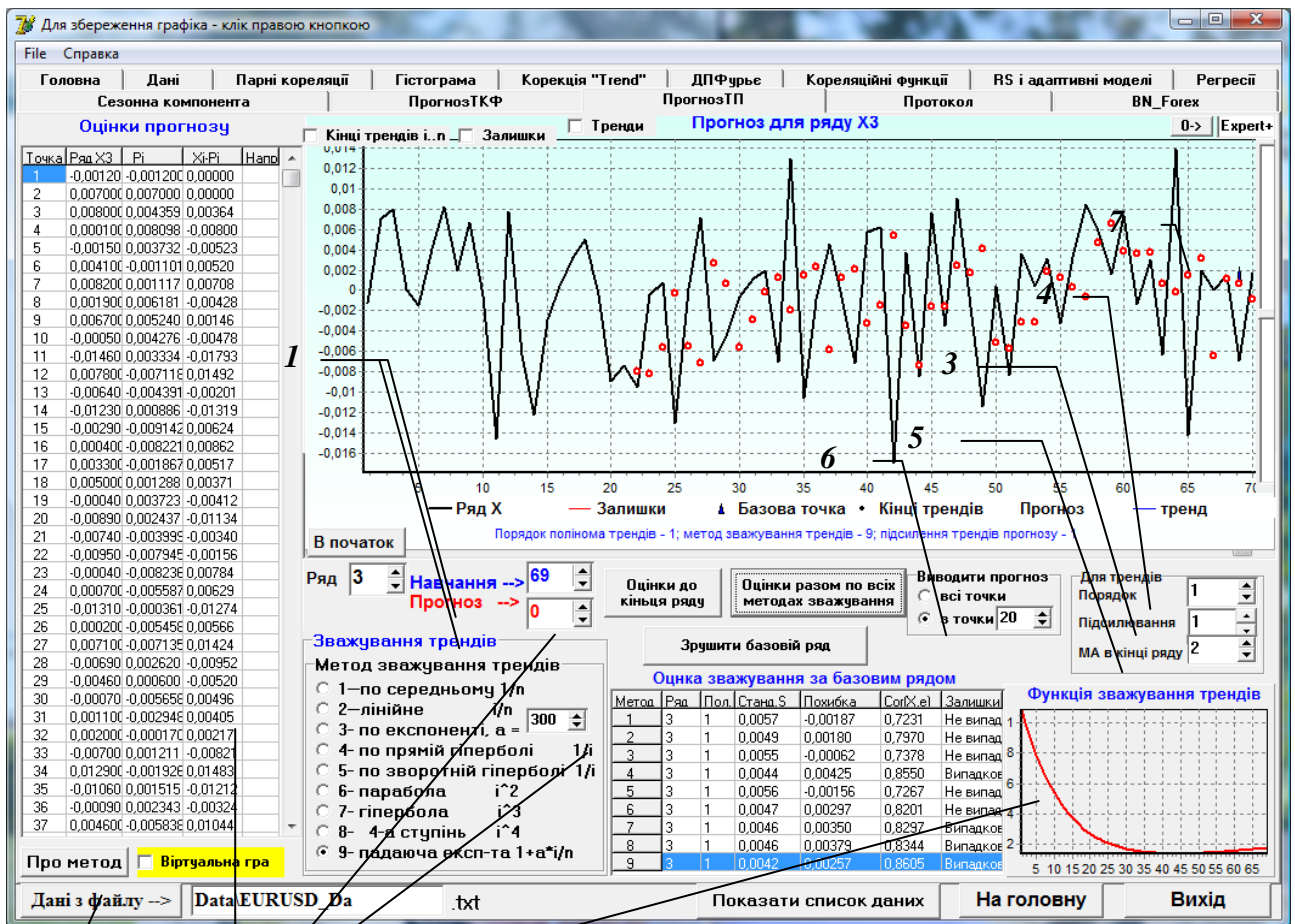
Наступний крок даної роботи обґрунтувати доцільність застосування даної методики для прогнозування часових рядів на фінансовому ринку Forex. А саме доцільним цей метод для прогнозування фінансового ринку доцільне, так як, ковзаюче середнє – один із інструментів аналізу випадкових процесів та часових рядів, що полягає в обчисленні середнього підмножини значень. Ковзаюче середнє не є скаляром а є випадковим процесом. Розмір підмножини, від якої обчислюється середнє значення може бути як сталим, так і змінним. Ковзаюче середнє може мати ваги, наприклад, для посилення впливу новіших даних у порівнянні зі старішими.

Метод прогнозування на основі ковзаючих трендів (МПКТ) був реалізований процедурами в основній програмі LastCorrel. Програмою передбачено 4 інструменти побудова адаптивно-раціональної моделі досліджуваного ряду (див. рис. 2):

- 1) “Навчання” і “Прогноз” (поз. 1);
- 2) підбір “Методу зважування трендів” (поз. 2);
- 3) вибір порядку трендів (поз. 3);
- 4) вибір підсилювання трендів (поз. 4);
- 5) значення $MA(q)$ в кінці ряду(поз. 5)
- 6) точка для початку прогнозу (поз. 6);
- 7) експертна поправка для покращення прогнозу (поз. 7);
- 8) віртуальна гра на біржі Forex (поз. 8).

Для попереднього вибору методу зважування трендів передбачено 9 методів. В поз. 2 показані інструменти для вибору, підбір методу здійснюється в ручному режимі шляхом спроб. Групове навчання можна проводити по одному методу зважування, або по усіх разом. При цьому статистичні оцінки відображаються у таблиці “Оцінка зважування за базовим рядом”.

На рис. 2 візуально контролюється похибка навчання и прогнозу. Бачимо, що зі збільшення кількості точок навчання крива похибок стабілізується.



8

2

Рис. 2. Вкладка “Прогноз ТП” інтерфейсу програми LastCorrel

Попередній статистичний аналіз ряду архіву котирувань EUR/USD на фінансовому ринку Forex, проведений у рамках програми LastCorrel, дозволив ідентифікувати його наступним чином:

- 1) тест Дікі-Фуллера: ряд інтегрований, стаціонарний;
- 2) інтеграційний тест IDW Дарбіна-Уотсона: немає підстав відкидати гіпотезу про стаціонарність ряду;
- 3) RS – аналіз: показател ь Херста $H = 0,6511$, фрактальний броунівський рух з позитивною кореляцією і довгою пам'яттю;
- 4) Q – тест Льюїнга-Бокса: присутня автокореляція.

Гра відбувається на основі правил трейдингу на біржі (див. рис. 3). При цьому в розпорядженні гравця є валютна пара, яка встановлюється за вибором.

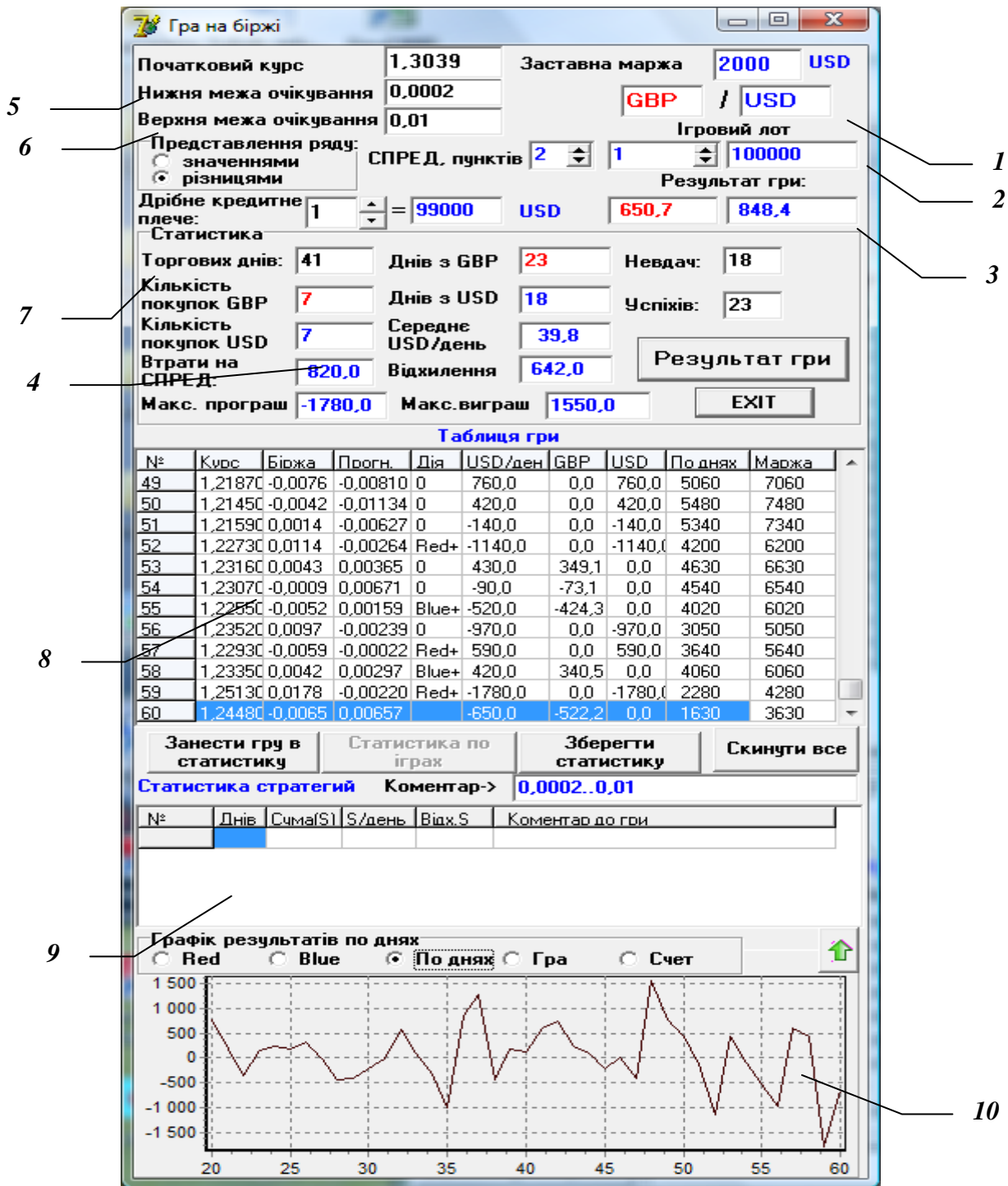


Рис. 3. Модуль віртуальної гри

Гра розпочинається з встановленням підібраних, обраним методом, параметрів, таких як:

- 1) поля введення базової валютної пари EUR/USD, маржа в USD, при цьому базової валюти відповідає синій (Blue) колір, контрвалюті – червоний (Red); (поз. 1);
- 2) поля введення ігрового лоту (поз. 2) також в базової валюти і контр валюті;
- 3) поля виводу результатів гри (поз. 3);
- 4) СПРЕД – різницю покупці і продажу базової валюти на біржі (поз. 4);
- 5) нижня межа нечутливості (очікування) (поз. 5);

- 6) верхня межа максимального очікування (поз. 6);
- 7) панель статистики (поз. 7);
- 8) таблицю статистики по іграх (поз. 8);
- 9) статистика обраних стратегій (по бажанню заноситься в протоко з коментарем до обраної стратегії);
- 10) графік відображення курсу валют на біржі Forex (поз. 10).

Висновки. В результаті проведеного дослідження встановлено:

- розроблена методика є зручною у використанні і забезпечує достатньо високу точність прогнозування нестационарних динамічних рядів
- тестування розробленої методики показало її адекватність і надійність при ідентифікації конкретного динамічного економічного процесу;
- результати тестування програми LastCorrel дозволяє рекомендувати її для практичного використання;
- розроблена програма може використовуватися як автоматизований радник на валютній біржі Forex.

1. Бестужев-Лада И.В., Писаржевский О.Н. Контуры грядущего. М.: Знание, 1965. – 380 с.
2. Гмошинский В.Г. Инженерное прогнозирование. – М.: Энергоиздат, 1982. – 208 с.
3. Добров Г.М. Прогнозирование науки и техники. – М.: Наука, 1977. – 208 с.
4. Эйрес Р. Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование: Пер. с англ. М.: Мир, 1971. – 296 с.
5. Кобелев Н.Б. Практика применения экономико-математических методов и моделей.: Учебно-практическое пособие. – М.: ЗАО “Финстатинформ”, 2000.– 246 с.
6. Лисичкин В.А. Теория и практика прогностики.: Методологические аспекты. – М.: Наука, 1972. – 224 с.
7. Вахович І.М., Поліщук В.Г. Фінансовий менеджмент та фінансовий інжиніринг бізнес-процесів: магістерський курс: навчальний посібник в 2-х т. – Т.2. Поліщук В.Г. Фінансовий інжиніринг бізнес-процесів. – Луцьк: СПД Галяк Жанна Володимирівна, друкарня “Волиньполіграф”тм, 2013. – 360 с.
8. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. – 2-е изд. – М.: Прогресс, 1970. – 586 с.