

МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ВАЛЮТНОГО РИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ КУСКОВО-НЕПЕРЕРВНИХ ФУНКЦІЙ ТА ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА

В. С. Безкоровайний, В. Д. Дербенцев, А. А. Овчаренко
м. Київ, Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана

Фінансисти, аналітики та біржові маклери щоденно приймають рішення про купівлю-продаж різних фінансових активів, зокрема валюти. Для зменшення ризику таких операцій та отримання очікуваних прибутків від своїх вкладень кожен із них повинен аналізувати низку факторів, що впливають на ринкові валютні курси та породжують тенденції до зростання чи зниження.

Найбільш поширеним підходом до оцінки стану ринку є використання індикаторів тенденції та осциляторів. До індикаторів тенденції можна віднести ковзні середні, метод конвергенції-дивергенції та інші моделі, побудовані на усередненні коливань валютних котирувань, які підтверджують тенденцію. Осцилятори, (зокрема, швидкості ринку, відносної сили) підказують точки розворотів трендів. Але вони мають спільний недолік – вони слідують за ціною, тому мають лаг, а це, в свою чергу, призводить до помилкової оцінки стану ринку та запізненим відкриттям угод, зокрема, коли коливання валютних котирувань вже змінило стан ринку.

Теоретичною основою розроблення математичної моделі моніторингу стану валютного ринку є спектральний аналіз та фільтрація на основі рядів Фур'є [1-2].

В якості базисних функцій рядів Фур'є на валютному ринку нами було використано (на відміну від стандартного аналізу Фур'є, що ґрунтується на застосуванні періодичних, гладких та нескінченно-гармонійних функцій) кусково-неперервні функції Уолша [3].

Цей базис функцій вже тривалий час використовується в прикладних дослідженнях для обробки растрових зображень, в голографії, аналізі медичних сигналів [4], що пов'язано з такими їх перевагами:

– вони є кусково-неперервними, що дозволяє їх використовувати для моделювання як стрімких змін сигналів (котирувань валюти), так і відносно пологих ділянок ряду;

– мають змінний період – чим більший порядковий номер функції, тим більш дрібні локальні особливості сигналів ця функція спроможна змоделювати. Це дозволяє оптимально підбирати потрібні періоди для виділення реальної циклічності валютного ринку;

– функції Уолша приймають значення 0 або 1, що дозволяє успішно користуватися методами обробки цифрових сигналів;

– ці функції є квазіперіодичними – періодичні тільки в межах певної часової ділянки.

Узагальнений ряд Фур'є за функціями Уолша одновимірного сигналу $f(t)$, $t \in [0, T]$ має вигляд:

$$f(t) = \sum_{n=0}^{\infty} C_n \text{Wal}(n, \frac{t}{T}).$$

Тут C_n є коефіцієнтами Уолша:

$$C_n = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) \text{Wal}(n, \frac{t}{T}) dt.$$

Отриманий в результаті обробки початкового сигналу відновлений з використанням функцій Уолша сигнал наведено на рис. 1.

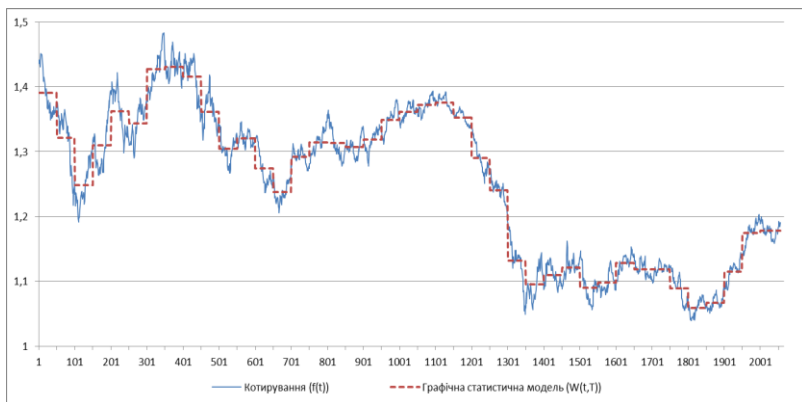


Рис. 1. Часовий ряд котирувань EUR/USD та його графічна статистична модель

Можна побачити, що графік відновленого сигналу є кусково-неперервним, тобто складається з набору рівнів. При цьому кожен рівень відповідає певному значенню котирувань. На рис. 2 наведено графік похибки відновлення, тобто різницю між початковим і відновленим сигналами.

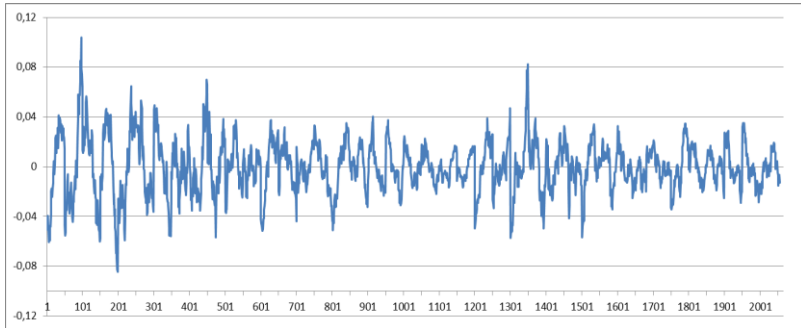


Рис. 2. Похибка відновлення часового ряду котирувань EUR/USD

Різниця між початковим сигналом та його графічна статистична модель (тобто похибка, рис.2) має середню, що прямує до нуля. Причому цей результат справедливий для будь-яких сигналів і будь-якої кількості функцій Уолша. Це дозволяє зробити висновок про те, що отримана графічна статистична модель відповідає початковому сигналу, очищеному від випадкових коливань (ринкового шуму).

З точки зору задачі прогнозування валютних курсів використання запропонованої моделі має такі переваги: відсутність ринкового шуму в обробленому сигналі; зручна форма обробленого сигналу у вигляді сходинки рівної довжини. Це дозволяє використовувати теорію марковських ланцюгів для прогнозування динаміки валютного ринку [1-2].

Модель нелінійної залежності волатильності і певного миттєвого збільшення від минулих значень волатильності та прибутковості дає нам спектр ймовірних траскторій цінової еволюції. Тут, зокрема, можуть бути використані механізми, що ведуть до нелінійного позитивного зворотного зв'язку цінових коливань, що відіграє важливу роль при діагностиці цінових дивергенцій досліджуваного часового ряду.

Таким чином, теорію марківських ланцюгів можна буде застосовувати у подальшому для моделювання руху валютних котирувань шляхом введення множини станів валютного ринку, що дозволить здійснювати прогнозування ціни певного котирування на наступний часовий проміжок.

Ланцюги Маркова найчастіше зображають у вигляді графу переходів між станами. У випадку з валютним ринком стани в марківському ланцюгу пов'язані зі зміною котирувань: «зростання понад 10%», «зростання до 10%», «зменшення до 10%», «зменшення понад 10%» тощо.

Оскільки початкові ймовірності можна розуміти як ймовірності того чи іншого можливого «старту», то елементарний марківський процес ціноутворення (або ланцюг Маркова) можна розглядати як «миттєвий» відгук ринку на зовнішній вплив з напрямом руху ціни активу по диференціалу між реальним та очікуваним значенням.

Після завершення марківських процесів ціноутворення до ринку «повертається пам'ять», тим самим подальша динаміка ринку багато в чому обумовлена груповою свідомістю його учасників. Якщо ця свідомість є структурованою, то можливе зародження сильних проміжних трендів, які супроводжуються турбулентністю ціни досліджуваного котирування.

Список використаних джерел:

1. Ганчук А.А. Методи прогнозування: навчальний посібник / А.А. Ганчук, В.М. Соловійов, Д.М. Чабаненко – Черкаси : Брама-Україна, 2012. – 140 с.
2. Соловійов В.М. Моделювання складних систем : навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни / В.М. Соловійов, О.А. Сердюк, Г.Б. Данильчук. – Черкаси : Видавець О. Ю. Вовчок, 2016. – 204 с.
3. Безкоровайний В.С. Моніторинг стану валютного ринку з використанням кусково-неперервних функцій / В.С. Безкоровайний, В.Д. Дербенцев // Проблеми системного підходу в економіці. – 2017. – № 6(62). – С. 162-166.
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие / А.Б. Сергиенко – 3-е изд. – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.