ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 519.86

О.В. Ляшко, Л.М. Чабак

ПРОГНОЗУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЦІНИ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ

У статті проаналізовано сучасні методи прогнозування фондових індексів та представлено аналітичне задання фрактальної моделі ціноутворення фінансових активів.

Ключові слова: фінансовий ряд, фондовий індекс, фрактал, хвиля Елліота.

В статье проанализированы современные методы прогнозирования фондових индексов и предоставлено аналитическое задание фрактальной модели ценообразования финансовых активов.

Ключевые слова: финансовый ряд, фондовый индекс, фрактал, волна Элиота.

The article deals with the modern methods of forecasting stock index and presented analytical task fractal model of pricing financial assets/

Keywords: financial series, Elliot wave/.

Вступ. 2009 рік став одним з найважчих років для української економіки, проте індекс акцій Української біржі (UX) станом на 21 грудня того ж року зріс на 94%, а індекс ПФТС – на 92%. Майже рекордне падіння вартості українських цінних паперів у січні-лютому 2009 змінилося активним зростанням на початку березня. Протягом перших трьох місяців 2010 року ціновий тренд на українському ринку цінних паперів демонстрував стабільну позитивну динаміку. Індекс ПФТС протягом першого кварталу зріс на 61% (з 585,36 до 940,22 пунктів).

Хоча, сам тренд був цілком очікуваний після нищівного падіння з докризових рівнів, швидкість зростання індексів перевершила всі очікування. Це говорить про те, що задача прогнозування фінансово-економічних рядів була, є і буде надзвичайно актуальною. Вона цікавить науковців та практиків, які інвестують свої кошти та бажають отримувати прибутки.

Мета статті та невирішена раніше частина загальної проблеми. Проаналізувати новітні методики прогнозування та моделювання фондових індексів, зокрема розробки вітчизняних вчених. Представити модель ціноутворення фінансових активів на фондовому ринку з допомогою використання апарату поліосновного Q-представлення чисел.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. До сучасних інструментів аналізу оперативної фінансової інформації належать: статистичні методи, еволюційне програмування, генетичні алгоритми, нейромережі, апарат нечіткої логіки, хвильовий аналіз, технічний аналіз.

Проаналізувавши останні дослідження у цьому напрямку хотілося б виділити такі розробки сучасних вчених.

У [1] пропонується застосування технології складних ланцюгів Маркова (ланцюгів Маркова з пам'яттю) . Головною відмінністю складних ланцюгів Маркова від простих є урахування післядії або пам'яті. Технологія передбачає прогнозування ряду за ієрархією інтервалів дискретизації часу та послідовного «склеювання» результатів прогнозів на різних частотних рівнях у один вихідний ряд прогнозу. Даний підхід дозволяє найбільш повно використати інформацію, яка міститься в часовому ряді і отримати найбільш адекватне його продовження. Досліджуваний процес описується у вигляді часового ряду ціни $p(t)$ із заданим проміжком дискретизації Δt

$$p_{ti} = p(t_0 + i \cdot \Delta t)$$

Дискретне представлення ряду є фактично способом існування даної системи. Формування цін відбувається на основі угод, укладених на ринку в певні дискретні моменти часу, а часовий ряд ціни є рядом усереднених рівнів ціни за вибрані проміжки часу. Кожен трейдер, який є частиною системи ціноутворення, під час прийняття рішення працює з суто дискретними рядами на вибраному часовому інтервалі . При прямуванні $\Delta t \to 0$ точність представлення даних досягає певної межі, оскільки при достатньо малих Δt ціна змінюється стрибком в момент здійснення угоди, а протягом часу між угодами залишається незмінною і рівною останній угоді. Процедура прогнозування та склеювання є ітераційною та проводиться, починаючи з менших приростів, додаючи на кожному кроці прогноз з більшим приростом часу.

Роботу [2] присвячено ймовірнісному прогнозуванню процесів ціноутворення на фондових ринках. Запропоновано два типи математичних моделей: ймовірнісна модель у вигляді динамічної мережі Байєса та авто регресійна модель , які є взаємодоповнюючими, що сприяє підвищенню якості прогнозу і рішень щодо торгових операцій на біржі. Побудовано модель для прогнозування нестандартних ситуацій. Застосування ймовірнісної моделі дає можливість підвищити якість короткострокового прогнозу складного стохастичного процесу ціноутворення. Це можна пояснити можливістю враховувати невизначеності різного характеру.

Робота [4] аналізує сучасні адаптивні методи короткострокового прогнозування, які стали підручним інструментом для прогнозування фондового ринку.

У [3] викладений алгоритм мультифрактального флуктуаційного аналізу (МФФА), протестований на бінарному мультифракталі Кантора і некорельованому самоподібному ряді. Оосновним методом опису економічних систем є часові ряди, а найбільш яскравим прикладом є обмінні курси валют. Дослідження показують, що відповідні їм часові ряди володіють мультифрактальним спектром, дослідження якого досягається методом МФФА.

У [5] автори пропонують прогнозування фінансових ринків з допомогою штучних нейронних мереж. На їх думку відмінність цього підходу від стандартних полягає в тому, що він, дякуючи можливості роботи з «зашумленими» даними, робить систему гнучкою, і хоча не вирішує задачу зі стопроцентною точністю, може принести значний прибуток у фінансовій сфері. На сьогоднішній день ринок пропонує достатню кількість програм, що реалізують нейромережеві підходи для розв'язання задач прогнозування. Однак, не завжди вони враховують всі потреби користувачів.

Виклад основного матеріалу. Зіткнувшись із проблемою браку адекватного методологічного інструментарію для аналізу процесів фінансового ринку, науковці застосували методологію інших наук, передовсім природничих та соціальних. Як результат поєднання різних способів пізнання з'явились наступні теорії фінансового ринку: теорія рефлективності Дж. Сороса, теорії синергетики, хаосу, комплексності, еконофізики. Розширення уявлень про природу фінансових ринків та фінансових активів як товарів фінансового ринку відкриває нові можливості для дослідження і дозволяє удосконалити існуючі методи.

Класичні теорії аналізу фінансових часових рядів виходять із припущення про стохастичну природу фінансових ринків, їх керованість непередбачуваними стохастичними змінними. Вони базуються, у першу чергу, на гіпотезах про „випадкові блукання" цін і віддачі фінансових активів, а також про інформаційну ефективність ринку. За таких умов уважають, що ринок миттєво реагує на нову інформацію, усі активи оцінені правильно, а всі учасники ринку знаходяться в однакових умовах. Однак емпіричні спостереження демонструють особливі властивості розподілу, спільні для більшості активів, які не вписуються у класичну лінійну парадигму фінансового ринку, зокрема: ефект кластеризації волатильності, гостровершинність та асиметричність закону розподілу віддачі. Такі особливості можуть бути проявом нелінійних залежностей у фінансових часових рядах.

В сучасному економічному світі ведуться активні пошуки альтернативних (до класичного «броунівського» погляду) підходів до моделювання руху цін на фондових ринках, які б могли забезпечити кращий рівень апроксимації. В наш час багато науковців використовує теорію фракталів. Одним з перших досліджень ринкових фракталів є робота Б.Вільямса «Торговий хаос» [6]. Остаточного визначення терміну «фрактал» на сьогодні немає, вперше його застосував американський математик Бенуа Мандельброт.

Таблиця 1. – Визначення фрактальної множини.

Автор	*Рік*	*Визначення*
Ф. Хаусдорф	*1919*	*Множина, спеціальна метрична розмірність якої є дробовим число (фрактали у вузькому розумінні).*
Б. Мандельброт	*1975*	*Множина метричного простору, розмірність Хаусдорфа-Безиковича якої більше його топологічної розмірності (фрактали в широкому розумінні)*
Б. Мандельброт	*1983*	*Структура, що складається із частин, в деякому смислі подібних цілому.*
М. Працьовитий	*1998*	*Більш ніж зчисленна множина, що має тривіальну (рівну нулю чи нескінченності)* H_α *міру Хаусдорфа, порядок α якої рівний її топологічній розмірності.*

Ціновий рух між так званими «фрактальним стартом» та «фрактальним сигналом» описується хвилею Елліота (рис.1).

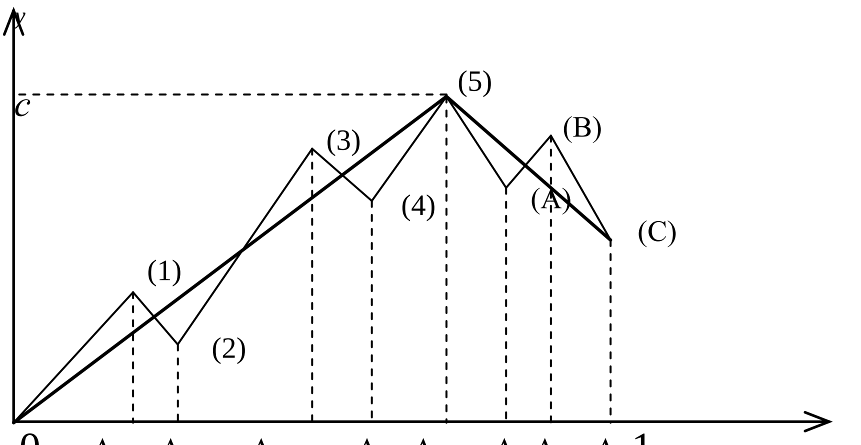

Рисунок 1. Класична хвиля Елліота.

В теорії хвиль Елліота особлива увага приділяється індивідуальним прикметам кожної з хвиль. Крім того існують певні правила пропорцій побудови хвиль Елліота (табл.2.)

Таблиця 2. – Класичне співвідношення хвиль

Хвиля	*Класичне співвідношення хвиль*
1	-
2	*0.382, 0.5 або 0.618 довжини хвилі 1*
3	*1.618, 0.618 або 2.618 довжини хвилі 1*
4	*0.382 або 0.5 довжини хвилі 1*
5	*0.382, 0.5 або 0.618 довжини хвилі 1*
A	*1, 0.618 або 0.5 довжини хвилі 5*
B	*0.382 або 0.5 довжини хвилі A*
C	*1.618, 0.618 або 0.5 довжини хвилі A*

Велику частину пакетів технічного аналізу становлять програми, які базуються на уяві про те, що вся інформація про коливання цін і їхні причини міститься в самих коливаннях. Проаналізувавши лише зміну ціни якого-небудь фінансового інструмента в часі, можна з визначеною часткою ймовірності передбачати її трансформацію протягом ще деякого часу. Результати, представлені в працях Вільямса та його послідовників, носять описовий характер, а їх підтвердження ґрунтується на статистичних спостереженнях.

Ми пропонуємо аналітичне задання класичної хвильової діаграми руху цін Елліота на основі використання апарату теорії фракталів та поліосновних Q-представлень дійсних чисел [7].

Хвильова діаграма росту цін є фрактальною кривою, яка аналітично задається формулами:

$$x = a_{\alpha_1} + \sum_{k=2}^{\infty} a_{\alpha_k} \prod_{i=1}^{k-1} q_{im}\text{, де } a_{\alpha_1} = \sum_{k=0}^{\alpha_1 - 1} q_{k1}\text{,}$$

$$m = \begin{cases} 2, \text{ якщо } \alpha_k = 2n; \\ 3, \text{ якщо } \alpha_k = 2n-1; \end{cases}$$

$$y = f(x) = f(\Delta_{\alpha_1\alpha_2..\alpha_k...}) = b_{\alpha_1} + \sum_{k=2}^{\infty} b_{\alpha_k} \prod_{i=1}^{k-1} q_{im}\,, \quad \textit{де}$$

$$b_{\alpha_1} = \sum_{k=0}^{\alpha_1-1} (-1)^k q_{k1};$$

$$b_{\alpha_1} = \sum_{k=0}^{\alpha_1-1} (-1)^k q_{k1};\ b_{\alpha_k} = \sum_{i=0}^{\alpha_k-1} (-1)^i q_{im},\ m = \begin{cases} 2,\ \textit{якщо}\ \alpha_k = 2n; \\ 3,\ \textit{якщо}\ \alpha_k = 2n-1. \end{cases}$$

При цьому елементи матриці $Q = \| q_{ij} \|,\ i \in \overline{0,7},\ j = \overline{1,3}$,

$$Q = \begin{pmatrix} q_{01} & q_{02} & 0 \\ q_{11} & q_{12} & 0 \\ q_{21} & q_{22} & 0 \\ q_{31} & q_{32} & 0 \\ q_{41} & q_{42} & 0 \\ q_{51} & 0 & q_{53} \\ q_{61} & 0 & q_{63} \\ q_{71} & 0 & q_{73} \end{pmatrix},$$

яка складається з елементів:

$$q_{01} = |\Delta_0|,\ \ q_{11} = |\Delta_1|,\ \ldots, q_{71} = |\Delta_7|,$$

$$q_{02} = |\Delta_0| \cdot \frac{1}{\varphi},\ q_{12} = |\Delta_1| \cdot \frac{1}{\varphi},\ ...,\ q_{42} = |\Delta_4| \cdot \frac{1}{\varphi},$$

$$q_{53} = |\Delta_5| \cdot (1-\varphi),\ q_{63} = |\Delta_6| \cdot (1-\varphi),\ q_{73} = |\Delta_7| \cdot (1-\varphi)$$

визначаються на основі співвідношень, описаних Елліотом.($\varphi = 0.618$ - число Фібоначчі) . Вони володіють наступними властивостями:

1) . $q_{ik} > 0$,

2) . $\sum_i q_{ik} = 1$,

3). $\prod_{k=1}^{\infty} q_{i_k k} = 0$ для довільної послідовності $\{i_k\}$, $i_k \in A$,

4). $q_* = \inf_{ik} \{q_{ik}\} > 0$.

Подальші дослідження полягають у :

- вивченні фрактальних та диференціальних властивостей даної функції;
- розрахунку розмірності Хаусдорфа - Безиковича та показника Херста для класичної хвильової діаграми Елліота;
- дослідження можливості застосування даної моделі до прогнозування ціни на фондових ринках.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чабаненко Д. Алгоритм прогнозування фінансових часових рядів на основі складних ланцюгів маркова [Текст] / Д. Чабаненко // Вісник черкаського університету.– Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/vchu/N173/N173p090-102.pdf.

2. Бідюк П. Ймовірнісне прогнозування процесів ціноутворення на фондових ринках. [Текст] / П. Бідюк, А. Федоров // Системні дослідження та інформаційні технології. – Режим доступа: http://dspace.nbuv.gov.ua:8080/dspace/bitstream/handle/123456789/12396/05-Bidiuk.pdf?sequence=1

3. Олемской А. Мультифрактальный анализ временных рядов. [Текст] / А. Олемской, В. Борисюк, А. Шуда // Вісник СумДУ.- Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/VSU/Fiz/2008_2/08oaiavr.pdf.

4. Лукашин Ю.Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования Текст] / Ю. Лукашин. – М.: Финансы и статистика, 2003.- 416 с.

5. Гальчевская И.Прогнозирование финансовых рынков с использованием искусственных нейронных сетей.[Текст] / И. Гальчевская, Д. Рыжикова // Системный аналіз та інформаційні технології.- Режим доступу: http://sait.org.ua/books/sait2009.ebook.pdf.

6. Вильямс Б. Торговый хаос. Экспертные методики максимилизации прибыли. [Текст]/ Б. Вильямс – М.: ИК Аналитика, 2000. – 305с.

7. Працьовитий М.. Фрактальний підхід у дослідженнях сингулярних розподілів. [Текст] /М. Працьовитий . - Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 1998.- 296с.

8. Фрост А. Дж. и Пректер Р. Волновой принцип Эллиота.[Текст] – М., 2001.

9. Турбин А. Фрактальные множества, функции, распределения.[Текст] / А. Турбин, Н. Працевитый - Киев: Наук. Думка, 1992. – 208с.