

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ВИДОБУТКУ ЗНАТЬ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ РИНКІВ

У статті наведено результати модельних експериментів та на їх основі розроблено рекомендації щодо впровадження систем видобутку знань для прогнозування фінансових ринків. Вони враховують систему торгівлі фінансовими інструментами, а також форму реалізації системи видобутку знань.

Ключові слова: модель, видобуток знань, фінансовий ринок, показник Херста.

I. Вступ

В умовах трансформації економіки України важливу роль відіграють процеси, що відбуваються на внутрішньому фінансовому ринку, а його стан є індикатором розвитку економіки загалом. Питання моделювання динаміки розвитку фінансового ринку розглядали такі українські вчені: В.М. Геєць, А.В. Матвійчук, М.І. Скрипниченко, В.М. Соловійов та ін. Серед зарубіжних публікацій слід відзначити праці: Т. Веґе, Б.Л. Кузнєцова, Е. Петерса, Ю. Фама. На сьогодні все частіше застосовують методи інтелектуального аналізу даних та видобутку знань для дослідження економічних об'єктів, зокрема динаміки фінансових ринків. Водночас слід зазначити, що недостатньо уваги приділено практичному використанню та впровадженню таких систем.

II. Постановка завдання

Метою статті є розробка рекомендацій щодо впровадження моделей видобутку знань для прогнозування фінансових ринків.

III. Результати

При розробці рекомендацій щодо впровадження систем видобутку знань для прогнозування фінансових ринків необхідно враховувати систему торгівлі фінансовими інструментами, а також форму реалізації системи видобутку знань.

Для проведення роботи на фінансовому ринку й здійснення операцій з купівлі-продажу фінансових інструментів підприємствами, організаціями та приватними інвесторами використаємо модель прогнозування фінансових показників з урахуванням правил розвитку хвиль Елліотта [5, с. 177–188] (Модель 1), а також модель видобутку знань для прогнозування фінансових ринків з виділенням типових тенденцій із часового ряду [4] (Модель 2).

Відповідно до принципів хвильової теорії, у Моделі 1, реалізованій у межах технології

Knowledge Mining [2; 3], описано хвильові форми із зазначенням подальшого руху ринку у вигляді нечітких правил. Перед початком роботи з моделлю на ринку модель оптимізується на навчальній вибірці. Для проведення роботи на ринку на вхід моделі подається образ попередніх рухів ринку, а на виході моделі, таким чином, отримуємо прогнозне значення у вигляді напрямку та величини наступної зміни ціни. Систему, побудовану на основі такої моделі, використано для дослідження 20 п'ятихвилинних графіків часових рядів цін акцій, що формують Індекс Української біржі [1], а також Індекс біржі США BATS та Індекс російської біржі ММВБ [6]. Відповідно до гіпотези фрактального ринку, кожен фінансовий часовий ряд підлягав перевірці на персистентність шляхом проведення R/S-аналізу та обчислення показника Херста. Після цього для кожного ряду проведено експерименти з використанням моделі прогнозування, реалізованої у рамках технології Knowledge Mining. Отримані результати за кожним фінансовим інструментом, разом із розрахованими показниками Херста занесено до таблиці. Відсортувавши результати за зростанням показника Херста, побудовано графіки залежності прибутковості системи від цього показника (рис. 1–3).

Проаналізувавши результати моделювання процесу торгів, можна зазначити, що використання хвильових моделей Елліотта для прогнозування фінансових часових рядів зі значенням показника Херста $H \geq 0,58$ є достатньо ефективним.

Проте існують певні недоліки використання такої моделі. Система, розроблена на її основі, дуже часто при проведенні моделювання процесу торгів повертає значення "нуль", тобто модель не може класифікувати поданий на її вхід образ і віднести його до жодного правила з описаних у базі. Таким чином, у процесі торгів здійснюється одна з десяти можливих (умовних) угод, тому виникла необхідність підвищення продуктив-

ності системи торгів. Для цього слід дослідити роботу Моделі 2. Отже, проведено експерименти (рис. 4–6), за аналогією з попередньою моделлю з такими значеннями

вхідних параметрів: похибка відповіді $\epsilon = 0,003$, похибка навчання $s = 0,01$ та кількість аналізованих значень $c = 8$.

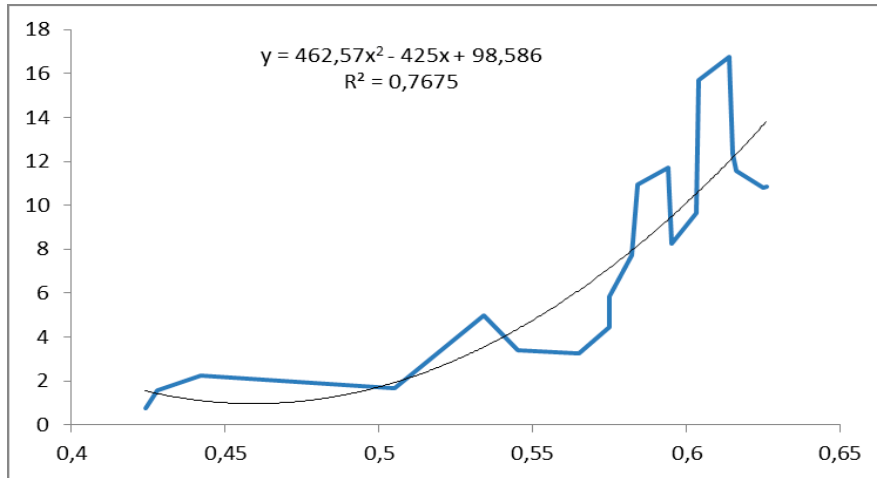


Рис. 1. Відповідність показників Херста показникам прибутковості системи, заснованої на хвильовому аналізі, % (УБ)

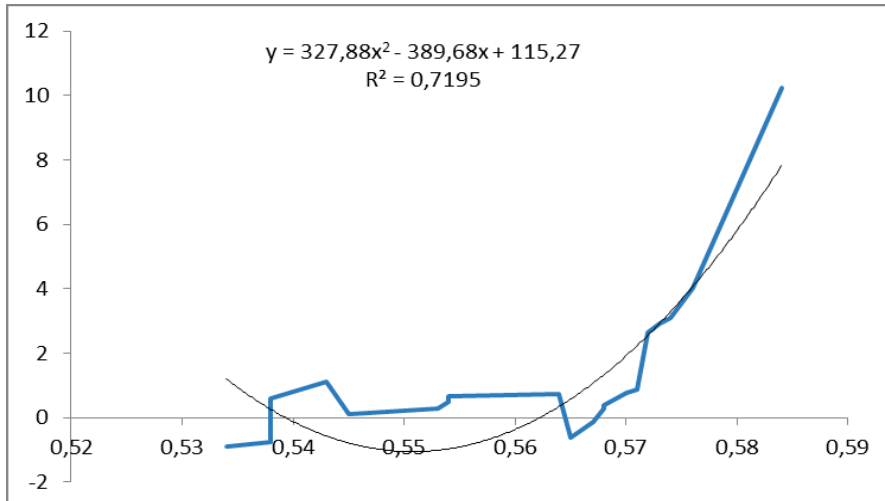


Рис. 2. Відповідність показників Херста показникам прибутковості системи, заснованої на хвильовому аналізі, % (BATS)

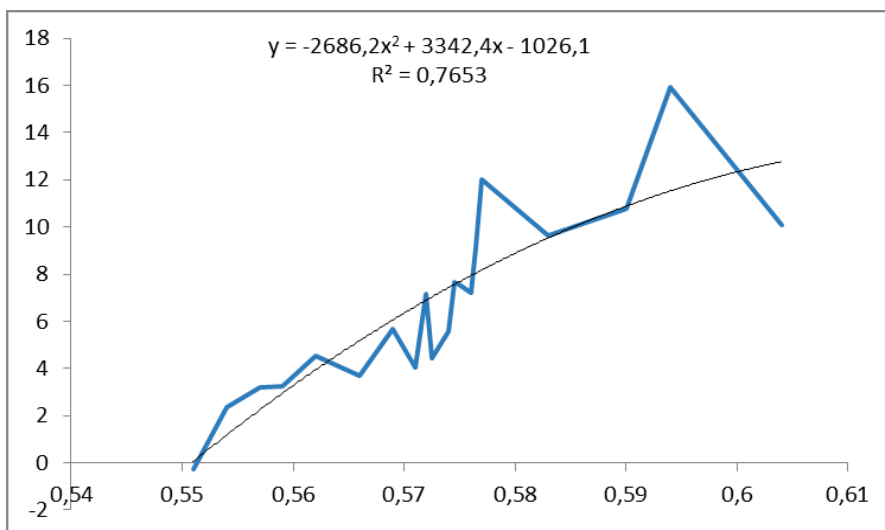


Рис. 3. Відповідність показників Херста показникам прибутковості системи, заснованої на хвильовому аналізі, % (ММББ)

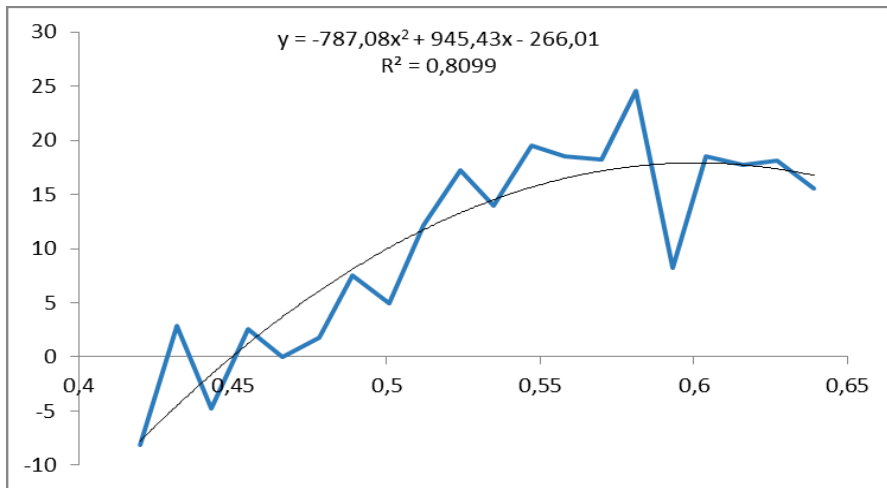


Рис. 4. Відповідність показників Херста показникам прибутковості системи, заснованої на виявленні типових тенденцій, % (УБ)

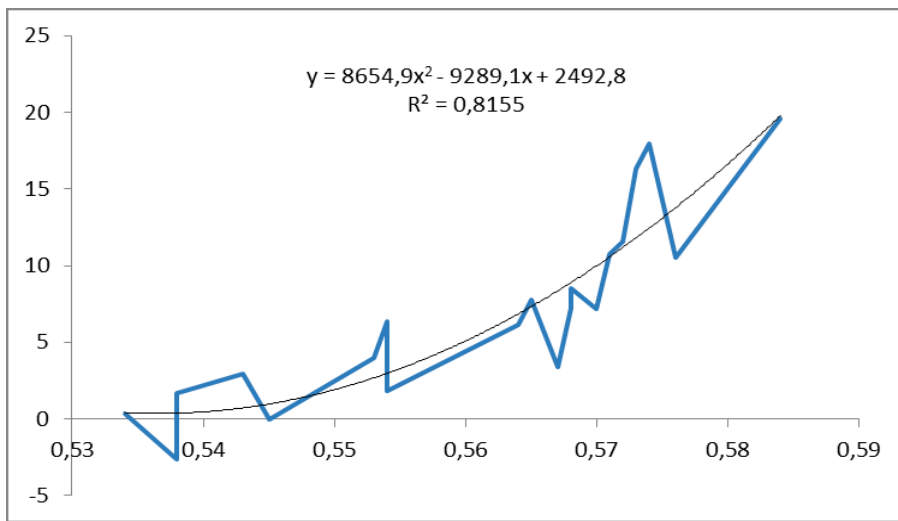


Рис. 5. Відповідність показників Херста показникам прибутковості системи, заснованої на виявленні типових тенденцій, % (BATS)

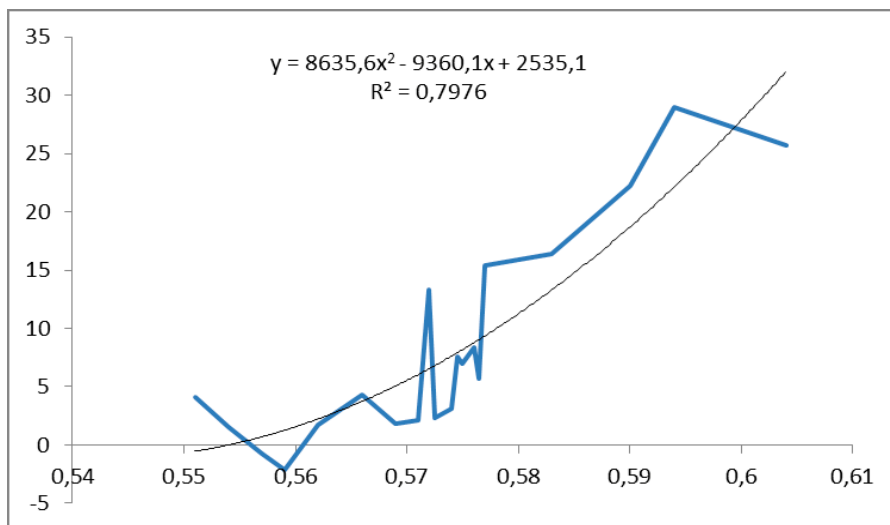


Рис. 6. Відповідність показників Херста показникам прибутковості системи, заснованої на виявленні типових тенденцій, % (ММВБ)

Результати моделювання процесу торгів свідчать про досить велику ефективність використання Моделі 2 із значеннями показни-

ка Херста $H > 0,58$ для фінансового часового ряду, тобто на персистентному ринку.

Проте, оскільки типові тенденції, знайдені шляхом налаштування моделі на навчальній вибірці, на відміну від моделей Елліотта, не обов'язково повинні бути моделями тренду (типова тенденція може мати не тільки направлений рух угору чи вниз, а й флетову форму), то модель можна ефективно використовувати як на персистентному,

так і на антиперсистентному ринках. Так, при зменшенні параметра s спостерігається поступове зростання ефективності роботи системи на антиперсистентному ринку за результатами моделювання для акцій УБ. На рис. 7 наведено результати моделювання процесу торгів при $s = 4$.

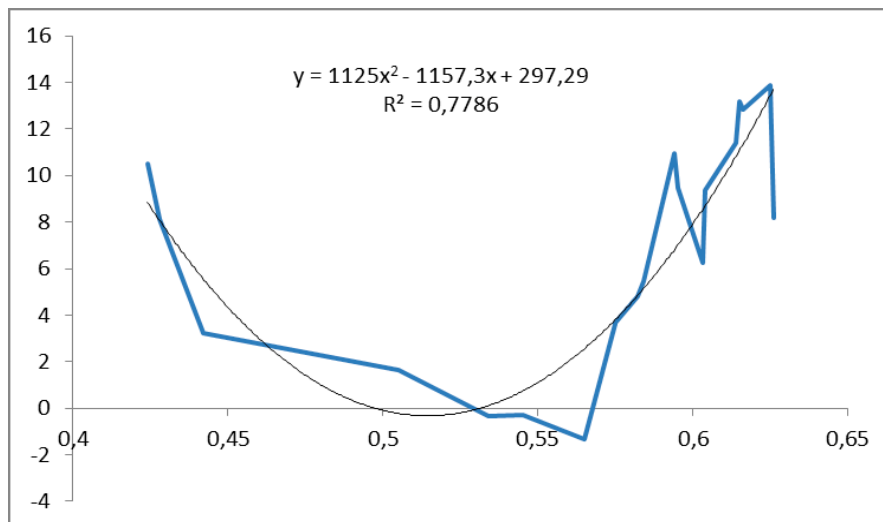


Рис. 7. Відповідність показників Херста показникам прибутковості системи, заснованої на виявленні типових тенденцій при $s = 4$, % (УБ)

Так, падіння середньої прибутковості моделі при $H > 0,5$ та $s = 4$ можна пояснити збільшенням помилок при класифікації поданих на вхід моделі образів до типових тенденцій, а отже, і помилок прогнозування при здійсненні торгових операцій, а також тим, що не всі отримані при навчанні шаблони є трендовими моделями.

Таким чином, результати використання системи видобутку знань для прогнозування фінансових ринків з виділенням типових тенденцій із часового ряду свідчать про можливість ефективного використання моделі при значеннях показника Херста не менше ніж 0,58 із значеннями параметрів моделі $e = 0,003$, $s = 0,01$, та $c = 8$, а також на антиперсистентному ринку при $H < 0,44$ зі значеннями параметрів моделі $e = 0,003$, $s = 0,01$, та $c = 4$.

Отже, слід розробити рекомендації щодо системи торгівлі фінансовими інструментами на основі отриманих результатів модельних експериментів. Проведення R/S-аналізу фінансового часового ряду дає можливість виявлення сприятливого для інвестування моменту:

- уникнення проведення операцій на ринку з випадковими блуканнями або поведінкою, близькою до випадкових блукань;
- здійснення угод з купівлі-продажу, відповідно до вихідних прогнозних значень Моделі 2 як для персистентного, так і для антиперсистентного ринку з визна-

ченими вхідними параметрами, а також удосконаленої моделі прогнозування фінансових показників з урахуванням правил розвитку хвиль Елліотта виключно для персистентного ринку.

Розглянемо процес прийняття інвестиційного рішення докладніше.

Після обчислення показника Херста для використання системи торгів та налаштування роботи моделей виконуються такі дії:

1) при значенні показника Херста менше ніж 0,44 інвестиційні умови для цього фінансового ринку є сприятливими, відповідно до цього встановлюються такі параметри моделі: $e = 0,003$, $s = 0,01$, та $c = 4$;

2) при значеннях показника Херста $0,44 \leq H < 0,58$ інвестиційні умови є несприятливими – ринок великою мірою слідує випадковим блуканням: торгові операції з фінансовими інструментами не слід здійснювати за жодних вхідних параметрів моделей;

3) при значенні показника Херста не менше ніж 0,58 інвестиційні умови для цього фінансового ринку є сприятливими, відповідно до цього встановлюються значення трапецієподібних функцій належності Моделі 1, а також такі параметри Моделі 2: $e = 0,003$, $s = 0,01$, та $c = 8$ для їх спільного використання на персистентному ринку з метою підвищення ефективності прийняття рішень.

Отже, обидві моделі окремо можна ефективно використовувати на персистентному

ринку, про що свідчать результати модельних експериментів. Проте слід дослідити ефективність спільного використання моделей на персистентному ринку. Для цього

наведемо статистику використання систем, розроблених на основі даних моделей у табличному вигляді (табл. 1).

Таблиця 1

Статистика спільного використання розроблених систем прогнозування фінансових ринків, %

Актив	Кількість правильних відповідей Моделі 1	Кількість правильних відповідей Моделі 2	Кількість спільних правильних відповідей
SGOK	74	66	87
DOEN	73	63	87
SVGZ	71	59	84
CEEN	75	69	84
AVDK	69	65	89
UTLM	75	63	89
AZST	71	60	82
MSICH	71	57	85
ENMZ	71	72	87
USCB	72	64	85
ALMK	73	63	85
Усього	72	63	86

Результати, наведені в табл. 1, демонструють, що спільне використання двох моделей може суттєво підвищити результативність торгів. Отже, за умов спільного використання моделей слід дотримуватися таких правил при прийнятті інвестиційного рішення:

- якщо обидві моделі вказали на подальший рух в одному напрямку, то відповідно здійснюється угода. Такий підхід дає змогу з великою ймовірністю здійснити прибуткову угоду з купівлі-продажу фінансового інструменту, про це свідчать результати проведених модельних експериментів (див. табл. 1) – 86% правильних відповідей при спільному використанні моделей, 72% правильних відповідей моделі прогнозування фінансових показників з урахуванням правил розвитку хвиль Елліотта та 63% правильних відповідей моделі видобутку знань для прогнозування фінансових ринків з виділенням типових тенденцій із часового ряду;
- якщо відповіді моделей суперечать одна одній, слід ігнорувати подібні прогнози (див. табл. 1);
- якщо Модель 1 на виході видає значення “нуль”, слід прийняти відповідь моделі видобутку знань для прогнозування фінансових ринків з виділенням типових тенденцій із часового ряду;
- якщо позиція вже відкрита, а моделі прогнозують (відповідно до вищенаведених рекомендацій) тенденцію в напрямку, протилежному відкритій позиції, слід її закрити.

У більшості торгових терміналів інвестор має можливість робити біржові заявки take-profit (1) з метою фіксації прибутку та/або stop-loss (2) – для обмеження збитків при проведенні операцій з фінансовими інструментами. Обидва рівні повинні бути виставлені на однакову кількість пунктів від поточної позиції ринку для врахування оптималь-

ного співвідношення ризику до доходності. Для встановлення цих рівнів, виходячи з прогнозованої відповіді моделей, пропонується використовувати такі співвідношення:

$$pos_{tp} = P_{cur} + Y \cdot P_{cur-1}, \quad (1)$$

$$pos_{sl} = P_{cur} - Y \cdot P_{cur-1}, \quad (2)$$

де P_{cur} – поточне значення фінансового інструменту;

P_{cur-1} – попереднє значення фінансового інструменту;

Y – прогнозоване (відносне) значення моделі.

Отже, у табл. 2 наведено рекомендації щодо використання систем, розроблених на основі моделі видобутку знань для прогнозування фінансових ринків з виділенням типових тенденцій із часового ряду та моделі прогнозування фінансових показників з урахуванням правил розвитку хвиль Елліотта.

Одним з найголовніших питань щодо впровадження систем видобутку знань для прогнозування фінансових ринків є відповідна організаційній структурі, типу активу та виду фінансового інструменту форма реалізації такої системи. Так, пропонується дві форми реалізації систем видобутку знань для прогнозування фінансових ринків:

1. Створення торгового радника (експерта) у складі торгової платформи.

2. Створення самостійної системи з подальшим завантаженням визначених фінансових часових рядів з доступних джерел.

Обидві форми реалізації мають ряд переваг та недоліків. Так, до переваг створення системи торгового радника, вбудованого в торгову платформу, можна віднести необхідність програмної реалізації лише блоку аналізу даних, адже торгова платформа та інтегровані засоби торгових стратегій не

потребують введення даних з інших джерел і мають доступ до БД фінансової біржі, де в

реальному часі реєструються дані про ціни та обсяги торгів.

Таблиця 2

Рекомендації щодо використання систем видобутку знань для здійснення операцій на фінансових ринках

Показник Херста, H	Рекомендації
Випадкові блукання або поведінка ринку, близька до випадкових блукань $0,44 \leq H < 0,58$	<i>Інвестиційні умови для цього фінансового ринку є несприятливими</i>
Антиперсистентний ринок $H < 0,44$	<i>Інвестиційні умови для цього фінансового ринку є сприятливими:</i> 1. Встановлюються такі параметри моделі видобутку знань для прогнозування фінансових ринків з виділенням типових тенденцій із часового ряду: $e = 0,003$, $s = 0,01$, та $c = 4$ 2. Проводиться навчання моделі на тестовій вибірці, а також здійснюються угоди з купівлі-продажу фінансового інструменту відповідно до прогнозних відповідей моделі відразу з рівнями take-profit та stop-loss
Персистентний ринок, $H \geq 0,58$	<i>Інвестиційні умови для цього фінансового ринку є сприятливими:</i> 1. Встановлюються такі параметри моделі видобутку знань для прогнозування фінансових ринків з виділенням типових тенденцій із часового ряду: $e = 0,003$, $s = 0,01$, та $c = 8$ 2. Встановлюються початкові значення параметрів трапецієподібних функцій належності вдосконаленої моделі прогнозування фінансових показників з урахуванням правил розвитку хвиль Елліотта 3. Проводиться навчання моделей на тестовій вибірці, а також здійснюються угоди з купівлі-продажу фінансового інструменту відповідно до прогнозних відповідей моделей: - якщо обидві моделі вказали на подальший рух в одному напрямку, то відповідно здійснюється угода відразу з рівнями take-profit та stop-loss; - якщо відповіді моделей суперечать одна одній, слід ігнорувати подібні прогнози й не здійснювати жодних угод; - якщо вдосконалена модель прогнозування фінансових показників з урахуванням правил розвитку хвиль Елліотта на виході видає значення "нуль", слід прийняти відповідь моделі видобутку знань для прогнозування фінансових ринків з виділенням типових тенденцій з часового ряду; - якщо позиція вже відкрита, а моделі прогнозують тенденцію в напрямку, протилежному відкритій позиції, слід її закрити

Проте такі системи неможливо використовувати на позабіржових ринках, де відсутня можливість проведення операцій за допомогою торгової платформи. Тому за проведення роботи на ринках без можливості застосування електронних торгових платформ слід використовувати самостійну систему. Перевагами створення такої системи перед створенням радника, інтегрованого в торгову платформу, є:

- можливість використання торгової стратегії не тільки на біржових (організованих) майданчиках, а й при здійсненні фінансових прогнозів для позабіржових систем;
- можливість використання системи для різних сегментів фінансового ринку (фондового, валютного, грошового, товарного);
- можливість використання довільних засобів розробки системи – тут, наприклад, фахівець в економічній галузі може використовувати добре знайомі йому інструменти розробки, на відміну від створення систем-радників, що потребують використання суворо визначених засобів середовищем розробки, вбудованим у торгову платформу: мову програмування, режими доступу до даних, графічні засоби розробки тощо.

Отже, враховуючи всі вищевказані позиції, слід зазначити, що для вибору форми реалізації системи видобутку знань для прогнозування фінансових ринків необхідно враховувати таке:

1) клас фінансового ринку за організаційною структурою, на якому здійснюватимуться операції: на позабіржових ринках використовується самостійна система, а на біржових – можна використовувати як самостійну систему, так і вбудованого у торгову платформу радника, проте, для оптимального вибору слід звернути увагу на наступні пункти;

2) рівень володіння технологіями та вбудованими засобами розробки торгових радників: якщо фахівець у галузі економіки досить добре володіє технологіями й засобами розробки вбудованого в торгову платформу середовища, то слід обрати саме цю форму реалізації системи, якщо інакше – форму самостійної системи;

3) складність реалізації системи Knowledge Mining: засобів розробки торгового радника може бути недостатньо для реалізації складних алгоритмів видобутку знань.

Нижче в табличному вигляді наведені переваги та недоліки вищевказаних форм реалізації систем видобутку знань для прогнозування фінансових ринків (табл. 3).

**Переваги та недоліки форм реалізації систем видобутку знань
для прогнозування фінансових ринків**

Критерій	Торговий радник	Самостійна система
Потреба в проектуванні та практичній реалізації блоку введення даних	Ні (+)	Так (-)
Потреба в проектуванні та практичній реалізації блоку зберігання даних	Ні (+)	Так (-)
Потреба в пошуку та завантаженні актуальних фінансових часових рядів для аналізу даних	Ні (+)	Так (-)
Можливість використання системи не лише на біржових (організованих) майданчиках	Ні (-)	Так (+)
Можливість використання системи для різних сегментів фінансового ринку	Ні (-)	Так (+)
Можливість використання довільних засобів розробки системи, що є зручними для фахівця в економічній галузі	Ні (-)	Так (+)

Слід звернути увагу на таке:

1. Блоки введення та зберігання даних не є дуже важкими для програмної реалізації, хоча відсутність необхідності їх практичної реалізації помітно полегшує процес розробки системи.

2. Потреба в пошуку та завантаженні актуальних фінансових часових рядів для аналізу даних не є складною проблемою, адже на цей момент у мережі Інтернет є достатньо багато джерел інформації про фінансові інструменти та їх котирування. Проте це має велике значення для оперативності здійснення прогнозів та укладання угод з купівлі-продажу фінансових інструментів на ринку.

3. Можливість використання розробленої системи для різних елементів ринку як на організованих (біржових), так і на неорганізованих (позабіржових) ринках є достатньо важливим моментом як для розвитку економічної науки в цілому, так і для фізичних (приватних інвесторів) та юридичних осіб (фінансових закладів, підприємств, організацій), що проводять операції саме у вищезазначених сегментах.

4. Можливість використання довільних засобів розробки системи, що є зручними для фахівця в економічній галузі, є найважливішою при обранні підходу до створення (реалізації) системи видобутку знань для прогнозування фінансових ринків як при проведенні дослідницької роботи, так і для роботи на біржі. По-перше, фахівець в економічній галузі може використовувати добре знайомі йому засоби; по-друге, вільне використання таких засобів дає змогу реалізовувати складніші алгоритми, особливо актуальним це виглядає з точки зору використання достатньо складних для реалізації інтелектуальних технологій, таких як Knowledge Mining.

IV. Висновки

Отже, розроблені рекомендації щодо впровадження систем видобутку знань для прогнозування фінансових ринків надають інвестору ефективний механізм управління фінансовими інструментами на ринку. Рекомендована система торгівлі дає змогу з більшою ефективністю працювати на фінансовому ринку й може бути використана установами, організаціями, приватними інвесторами тощо. Наведено результати експериментів та виявлено, що спіль-

не використання моделі видобутку знань для прогнозування фінансових ринків з виділенням типових тенденцій із часового ряду, а також моделі прогнозування фінансових показників з урахуванням правил розвитку хвиль Елліотта значно підвищує ефективність роботи на ринку. Запропоновані рекомендації також дають змогу підібрати оптимальний спосіб і форму реалізації систем видобутку знань для прогнозування фінансових ринків.

Список використаної літератури

1. Итоги торгов: Информация о торгах [Электронный ресурс] / Официальный сайт "Украинской Биржи". – Режим доступа: <http://www.ux.ua/ru/marketdata/marketresults.aspx>. – Название с экрана.
2. Ковальчук К.Ф. Застосування нечітких операторів для прогнозування фінансових ринків / К.Ф. Ковальчук, О.К. Никитенко // Сучасні проблеми прогнозування соціально-економічних процесів: концепція, моделі, прикладні аспекти. – Бердянськ: Видавець Ткачук О.В., 2012. – С. 73–86.
3. Ковальчук К.Ф. Нечеткое моделирование финансовых инструментов на международном валютном рынке / К.Ф. Ковальчук, А.К. Никитенко, Н.П. Козенкова, В. Вашкелевич // Management under conditions of social-economic crisis – selected problems of development of management process in the World, industry and enterprise: Monograph. – Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Bialej, 2012. – P. 37–56.
4. Ковальчук К.Ф. Розробка моделі управління фінансовими інструментами на ринку з використанням методу нечіткої апроксимації / К.Ф. Ковальчук, О.К. Никитенко // Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці: наук.-аналіт. журн. – 2012. – № 1. – С. 161–170.
5. Матвійчук А.В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка: монографія / А.В. Матвійчук. – К.: КНЕУ, 2011. – 439 с.
6. Мировые рынки. Акции: Экспорт котировок [Электронный ресурс] / Финам. – Режим доступа: www.finam.ru/analysis/profile041CA00007/default.asp. – Название с экрана.

Стаття надійшла до редакції 13.11.2013.

Никитенко А.К. Разработка рекомендаций по внедрению систем добычи знаний для прогнозирования финансовых рынков

В статье приведены результаты модельных экспериментов и на их основе разработаны рекомендации по внедрению систем добычи знаний для прогнозирования финансовых рынков. Они учитывают систему торговли финансовыми инструментами, а также форму реализации системы добычи знаний.

Ключевые слова: модель, добыча знаний, финансовый рынок, показатель Херста.

Nykytenko O. Development the recommendations of implementation Knowledge Mining systems for financial markets forecasting

It is developed the recommendations of the implementation of Knowledge Mining systems to forecast financial markets. The recommendations take into account system of financial instruments trading, as well as they take into account a form of implementation of Knowledge Mining systems. The system of financial instruments trading based on the use of the Knowledge Mining model for financial markets forecasting with separation of the typical trends from time series and the model of financial indices forecasting subject to the rules of the Elliott Wave Principle, implemented under the Knowledge Mining Technology. According to the Fractal Market Hypothesis it checks persistence using R/S-analysis for financial time series. The article also represents the results of model experiments of the use of Knowledge Mining systems for forecasting of the stock markets of Ukraine, Russia and the United States to reach the aim of finding the optimal parameters of the systems. It provides clear guidance of the joint usage of Knowledge Mining model for financial markets forecasting with separation of the typical trends from time series and the model of financial indices forecasting subject to the rules of the Elliott Wave Principle for both persistent and antipersistent markets based on the results of presented experiments. The guidelines on a form of implementation of Knowledge Mining systems for financial markets forecasting based on the separation of two forms of implementation: trading advisors included into a stock trading platform and independent system. It also presents (in tabular view) the advantages and disadvantages of these forms of implementation. It represents the recommendations on the choice of the implementation form, according to the above advantages and disadvantages. These guidelines can be used by financial market participants, including financial institutions, enterprises, organizations, private investors and other stakeholders and subjects of stock market, foreign exchange market, money market, commodity market and their derivatives market.

Key words: model, Knowledge Mining, financial market, Hurst exponent.