

В.В. Глушевський, канд. екон. наук, доцент,
О.М. Ісаєнко, канд. техн. наук, доцент,
О.О. Ісаєнко, аспірант,
Запорізька державна інженерна академія

ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНТРОПІЙНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ТОРГІВ НА ФОНДОВІЙ БІРЖІ

АНОТАЦІЯ. Запропонований новий підхід до багатовимірного аналізу системи показників торгів на фондовій біржі. Підхід базується на науковому положенні, що найінформативніші показники торгів попереджають про зміни курсової вартості фінансових активів. На методології інформаційно-ентропійного аналізу показників торгів розроблено систему індикаторів критичних подій на фондовому ринку, яка дозволяє підвищити ефективність управління фінансовими активами.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Інформаційна цінність, ентропія, фондовий ринок, фінансовий актив, цінні папери, індикатори, прогнозування, прийняття рішень.

ANNOTATION. In the article is offered the new approach of multidimensional analysis of the system of trade indexes on an exchange stock. The approach is based on scientific position, that the most informing indexes of trade forestall the changes of course cost of financial assets. The system of indicators of critical events is created on methodology of informatively-entropy analysis of trade indexes, which allows to heave up efficiency of management by financial assets.

І. Постановка проблеми. Сучасний фондовий ринок є складною соціально-економічною системою, якій притаманні динамічність, значний вплив зовнішнього оточення та антропогенного фактору, неповнота і асиметричність одержуваної його суб'єктами інформації. Сучасний стан і тенденції розвитку фондового ринку характеризуються стійким зростанням обсягів операцій з цінними паперами, скороченням часу поширення, обробки інформації і здійснення операцій на фондовому ринку, що зробило його доступним для широкого кола суб'єктів ринку. Розвиток фондового ринку супроводжується зростанням ризиків, волатильності фінансових активів, зростанням частоти коливань і стрибкоподібними змінами курсів цінних паперів. За таких умов класичні методи прийняття рішень на фондовому ринку, які базуються на фундаментальному і технічному аналізах фінансових активів, нерідко дають незадовільні результати.

Ці властивості сучасного фондового ринку породжуються багатьма факторами, зокрема, структурою та поведінкою учасників

ринку, неоднорідністю їх очікувань, кон'юктурою ринку, фінансово-економічним станом та інвестиційною привабливістю фірм-емітентів, наявністю спекулятивного капіталу на ринку. У зв'язку з цим різко зросли значущість технологій управління фінансовими активами інвесторів і зацікавленість учасників ринку і дослідників різних країн у прогнозуванні критичних явищ на фондовому ринку, курсової вартості цінних паперів з метою прийняття раціональних рішень, що враховують його сучасний стан. Разом з тим виникає об'єктивна потреба побудови нових економіко-математичних методів аналізу фінансових інструментів.

II. Аналіз останніх публікацій. У межах міждисциплінарних підходів теорії складних систем, статистичної фізики і нелінійної динаміки створюються нові методи аналізу фінансових інструментів, зокрема, інформаційно-ентропійний [1]. На методології даних методів аналізу будуються індикатори, які надають інформацію про стан фінансового ринку та окремих його інструментів, їх подальшого прогнозу [2]. Але і в цьому випадку в основі цих методів лежить одновимірний аналіз окремих характеристик фінансового активу, як правило, курсової вартості або прибутковості, що знижує цінність даних методів. У відомих роботах [1—3] ентропія є характеристикою динамічного ряду одного показника — прибутковості. На відміну від цих робіт, у концепції [4] автори пропонують розглядати ентропію як одну з системних характеристик сукупності показників торгів на фондовій біржі. Дана концепція передбачає використання історичної інформації динамічних рядів найінформативніших показників торгів для визначення критичних рівнів курсової вартості цінного паперу.

III. Постановка завдання. Метою даного дослідження є розвиток методу багатовимірної аналізу фінансових активів та побудова індикаторів змін курсової вартості цінних паперів на підставі системи показників торгів на фондовій біржі для прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень в умовах високої волатильності фондового ринку.

IV. Результати. Торги на фондовій біржі характеризуються наступними показниками: середньою ціною котирування, максимальною ціною купівлі, мінімальною ціною продажу, спредом, цінами відкриття і закриття торгів, кількістю заявок на купівлю і продаж, об'ємом торгів. Основними з них є:

- x_1 — ціна котирування, грн;
- x_2 — об'єм торгів, одиниць;
- x_3 — спред, %;
- x_4 — об'єм заявок на купівлю, одиниць;

x_5 — об'єм заявок на продаж, одиниць.

Значення цих показників у часі формують динамічні часові ряди:

$$X(t) = (x_1(t), x_2(t), x_3(t), x_4(t), x_5(t)), t \in [1, T], \quad (1)$$

де T — довжина часових рядів.

Найважливішим чинником виникнення і розвитку динамічних процесів на фондовому ринку є взаємодії попиту, пропозиції і ціни. Розрив між попитом і пропозицією є основною рушійною силою зміни ціни, а її зміни, у свою чергу, впливають на попит і пропозицію.

Дисбаланс між попитом і пропозицією може мати як об'єктивні, так і суб'єктивні причини. До об'єктивних причин відносяться: зміни числа і структури учасників ринку, ціни, прибутковості і ризикованості окремих фінансових активів, вартості фінансових ресурсів. До найважливіших об'єктивних чинників слід віднести стан національної економіки, її галузей і, зокрема, фінансово-економічний стан фірм-емітентів, співвідношення курсів валют, стан платіжного балансу, політичну ситуацію. До суб'єктивних причин відносяться цілі і очікування інвесторів та емітентів, стратегія і тактика їх поведінки на фондовому ринку. Ці і багато інших соціально-економічних і соціально-психологічних чинників стають причиною зміни показників торгів, а ті, у свою чергу, інформаційною основою вироблення найефективнішої тактики і стратегії поведінки учасників на фондовому ринку.

У цій роботі відбір найінформативніших показників ґрунтується на оцінці їх реакції на зміни соціально-економічних і соціально-психологічних чинників. При такому підході найбільш мінливі показники слід вважати найбільш інформативними [5].

Відбір показників по їх інформаційній цінності є трьохкроковою процедурою. На першому кроці розраховується абсолютна цінність показників, характеристикою якої є коефіцієнт варіації:

$$\nu_j = \frac{\sigma_j}{\bar{x}_j}, \quad (2)$$

де σ_j — середньоквадратичне відхилення j -ої ознаки; $\bar{x}_j$ — середнє значення j -ої ознаки.

На другому кроці розраховується відносна інформаційна цінність показників як відношення абсолютної цінності j -ого показника до загальної сукупності ознак:

$$p_j = \frac{v_j}{\sum v_j}. \quad (3)$$

Відносна інформаційна цінність характеризує частку мінливості показника в загальній системі показників торгів. На третьому етапі здійснюється ранжирування показників за рівнем їх інформаційної цінності і відбір найбільш інформативних показників для подальшого аналізу.

Для визначення інформаційної цінності були використані дані торгів по заявках ПФТС ЦП UNAF за 2007—2011 роки: x_1 — ціна котирування, x_3 — спред, x_4 — обсяг заявок на купівлю, x_5 — обсяг заявок на продаж. Розрахункова середня за ці роки інформаційна цінність даних показників склала: 0,039 — інформаційна цінність ціни котирування; 0,215 — інформаційна цінність обсягу заявок на купівлю; 0,216 — інформаційна цінність обсягу заявок на продаж; 0,53 — інформаційна цінність спреда.

Значно менше значення інформаційної цінності ціни котирування (на порядок) у порівнянні з інформаційними цінностями інших показників дозволяє виключити цей показник з подальшого аналізу. Якщо розглядати спред, обсяги заявок на купівлю і продаж як екзогенні чинники, то незначні коливання ціни котирування в порівнянні з коливаннями цих показників свідчать про прояв на фондовому ринку фундаментальної властивості динамічних систем — інерційності. Таким чином, фондовий ринок по каналах «попит—пропозиція—ціна» і «спред — ціна» представляє собою згладжуючу ланку.

Дослідження часових послідовностей інформаційних показників торгів ЦП UNAF за 2007—2011 роки показало, що вони поведуться універсально: в точках різкої зміни курсу акцій інформаційна цінність спреда, який характеризує ліквідність ЦП, досягає свого мінімального значення, а розрив між інформаційними цінностями обсягу заявок на купівлю і продаж — максимального. Інформаційні цінності досліджуваних показників розраховувалися за формулами (2) і (3) методом рухливого вікна (5 днів) і з кроком в один день.

На рис. 1 відображено усереднені по торговим тижням рівні часових послідовностей інформаційних показників спреда, обсягу заявок на купівлю і продаж за 2011 рік. На рис. 2 представлено часовий ряд ціни котирування ЦП UNAF за той же період.

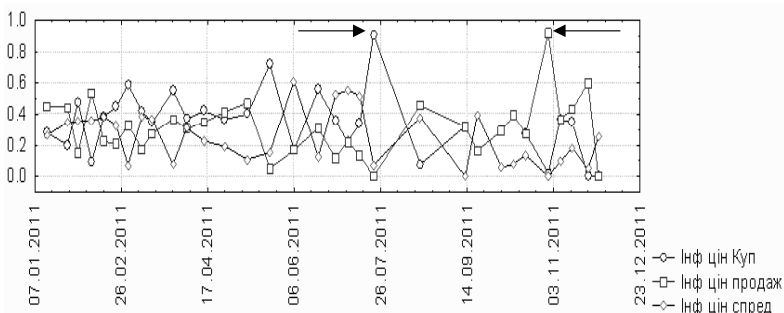


Рис. 1. Динаміка інформаційних цінностей показників торгів ЦП UNAF за період з 07.01.2011 по 23.12.2011

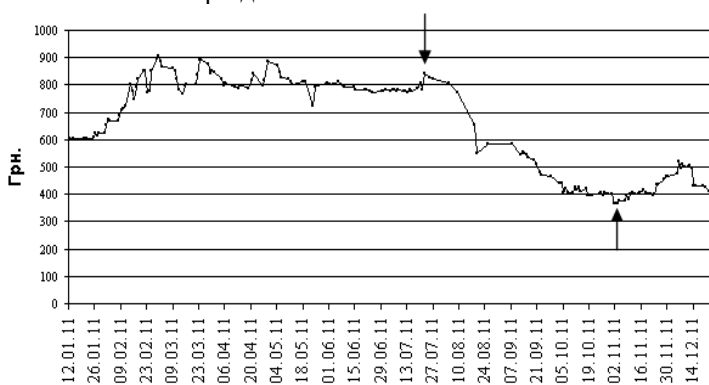


Рис. 2. Динаміка ціни котирування ЦП UNAF за період з 7.01.2011 по 23.12.2011

На цих рисунках стрілками показані дві критичні події на фондовому ринку. Різке і тривале зниження курсу акцій UNAF почалось 21.07.2011, а з 26.10.2011 — їх стійке зростання. У цих критичних точках акції UNAF практично абсолютно ліквідні (значення спреда близьке до нуля), що свідчить про однонаправленість очікувань учасників торгів — продавців і покупців ЦП. У першому випадку учасники торгів чекають подальшого підвищення курсу акцій, а в другому — його зниження.

Проте поведінка учасників торгів різна. У першому випадку найактивнішими учасниками торгів є інвестори, а продавці, чекаючи подальшого збільшення ціни ЦП, застосовують тактику стримування. Це призводить до збільшення розриву між попитом і пропозицією, який досягає свого максимального значення 21.07.2011 року. Це призводить до переоцінки вартості ЦП і на-

далі до зниження курсу акцій. Індикатором настання критичної події служить дивергенція між інформаційними цінностями обсягів заявок на купівлю і продаж з одночасним зниженням інформаційної цінності спреда. Після настання критичної події невизначеність торгів і очікувань учасників ринків зростає, про що свідчать збільшення коефіцієнта варіації спреда (інформаційній цінності спреда), зменшення амплітуди коливань осцилятора інформаційних цінностей обсягу заявок на купівлю і продаж, а також знакозмінний характер цих коливань. Це об'єктивний процес вишукування нової справедливої ціни фінансового активу.

У другому випадку найбільш активними учасниками торгів є продавці, а інвестори, чекаючи подальшого зниження ціни ЦП, застосовують тактику стримування. Це призводить до збільшення розриву між пропозицією і попитом, який досягає свого максимального значення 26.10.2011. Цей процес призводить до недооцінки вартості фінансового активу і надалі до зростання курсу акцій.

Для виявлення топологічної структури часових рядів інформаційних цінностей показників торгів був використаний метод кластерного аналізу даних. Головна ідея кластерного аналізу на основі часових рядів полягає в дослідженні кількох часових послідовностей одночасно. За допомогою методу k -середніх сукупність об'єктів-спостережень за інформаційними цінностями показників торгів ЦП UNAF за 2007—2011 роки виділена в три кластери, які представлено на рис. 3.

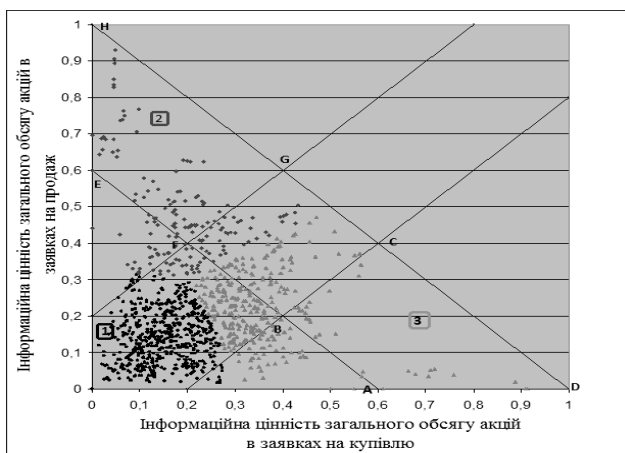


Рис. 3. Розподіл фазового простору інформаційних цінностей на кластери

У кластер № 1 потрапили ті спостереження, для яких коливання попиту і пропозиції приблизно рівні. У кластер № 2 потрапили об'єкти, для яких інформаційна цінність кількості заявок на продаж значно перевищує кількість заявок на купівлю. У цей кластер переважно потрапили критичні об'єкти (спостереження), для яких падіння курсу котирування ціни акцій змінюється на його зростання. Зокрема, ймовірність того, що спостереження, які потрапили в область EFGH кластера № 2, дійсно відображують ці зміни, складає 78 %. У кластер № 3 потрапили ті спостереження, для яких інформаційна цінність кількості заявок на купівлю значно перевищує кількість заявок на продаж. У цей кластер переважно потрапили критичні об'єкти, для яких зростання курсу котирування ціни акцій змінюється на його падіння. Зокрема, ймовірність того, що спостереження, які потрапили в область ABCD кластера № 3, дійсно відображують ці зміни, складає 67 %. Таким чином, виділено три класи фазового простору, які повинні визначати тактику учасників ринку торгів: продажу (кластер № 3), купівлі (кластер № 2) і нейтральної поведінки інвестора (кластер № 1).

Для визначення груп об'єктів був використаний метод дискримінантного аналізу. Дискримінантний аналіз є одним з методів багатовимірної статистичної аналізу. Мета дискримінантного аналізу полягає в тому, щоб на основі вимірювання різних характеристик (ознак, параметрів) об'єкту класифікувати його, тобто віднести до однієї з кількох груп (класів) деяким оптимальним способом. Під оптимальним способом розуміється або мінімум математичного очікування втрат, або мінімум ймовірності неправдивої класифікації.

Розрахунки проводились в системі STATISTICA 6.0 за даними торгів ЦП UNAF за період з 2007 по 2011 (кількість спостережень — 1015). В якості характеристик об'єктів використовувались показники інформаційної цінності купівлі та продажу.

За результатами розрахунків у системі STATISTICA 6.0 класифікаційні рівняння для трьох кластерів мають вигляд:

$$\begin{aligned} Z_1 &= -13,5192 + 49,5968K + 51,7522P; \\ Z_2 &= -29,7261 + 60,3166K + 89,6372P; \\ Z_3 &= -4,31389 + 24,91877K + 28,77338P, \end{aligned} \quad (4)$$

де Z_1, Z_2, Z_3 — класифікаційні змінні; K — інформаційна цінність купівлі; P — інформаційна цінність продажу.

Функції класифікації — це лінійні функції, які обчислюються для кожної групи і можуть бути використані для класифікації

спостережень. Об'єкт приписують тій групі, для якої класифікаційна функція Z_j має найбільше значення. Якщо $Z_1 = \max\{Z_1, Z_2, Z_3\}$, то спостереження відноситься до кластеру № 1 з нейтральною поведінкою інвестора. Якщо $Z_2 = \max\{Z_1, Z_2, Z_3\}$, то спостереження відноситься до кластеру № 2, який визначає тактику покупки. Якщо $Z_3 = \max\{Z_1, Z_2, Z_3\}$, то спостереження відноситься до кластеру № 3, який визначає тактику продажу.

Критерієм якості дискримінації є статистика Уїлкса, яка лежить в інтервалі $[0,1]$. Якщо значення статистики Уїлкса близькі до 0, то потужність дискримінації наближується до 1, і навпаки, якщо статистика Уїлкса близька до 1, то потужність наближується до 0. У даному випадку значення «лямбда Уїлкса» дорівнює 0,18, що свідчить про достатньо якісну дискримінацію.

У табл. 1 наведено інформацію про кількість і відсоток коректно класифікованих спостережень у кожній групі. Рядки таблиці — початкові класи, стовпці — передбачені класи. З табл. 1 видно, що відсоток коректно класифікованих спостережень, які потрапили в перший кластер, складає майже 94 %, у другий — 87 % і в третій — майже 97 %. Середнє значення коректно класифікованих спостережень складає майже 94 %, тобто, із загальної кількості 1015 спостережень правильно класифіковані 953 об'єкти.

Таблиця 1

МАТРИЦЯ КЛАСИФІКАЦІЇ

	Відсоток	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
Кластер 1	93,78239	362	0	24
Кластер 2	87,09677	23	162	1
Кластер 3	96,83973	14	0	429
Всього	93,89162	399	162	454

Підвищення якості розпізнавання критичних моментів зміни тенденцій курсової вартості акцій і, тим самим, ефективності управління цінними паперами можливе шляхом поєднання методів багатовимірної аналізу та індикативного прогнозування.

Виявлені закономірності часових рядів інформаційних цінностей показників торгів дозволили запропонувати комбінований метод прогнозування змін курсової вартості цінних паперів і алгоритм прийняття рішень щодо купівлі та продажу цінних паперів, який полягає у такому:

1. Розраховуються відносні інформаційні цінності p_3 , p_4 , p_5 показників торгів x_3 — спреда, x_4 — обсягу заявок на купівлю, x_5 — обсягу заявок на продаж на інтервалі 5 днів і з кроком в один день за формулами (2) і (3).

2. На основі класифікаційних рівнянь (4) визначається приналежність об'єкта-спостереження до однієї з еталонних груп, які визначають тактику учасників ринку торгів: продажу (кластер № 3), купівлі (кластер № 2) і нейтральної поведінки інвестора (кластер № 1). Еталонні вибірки формуються за статистичними розрахунковими даними p_3 , p_4 , p_5 за попередні періоди часу методом кластерного аналізу.

3. Розраховується осцилятор за наступною формулою:

$$OSC = K - \Pi, \quad (5)$$

де $K = p_4$ — інформаційна цінність купівлі; $\Pi = p_5$ — інформаційна цінність продажу.

4. Будуються довірчі інтервали. Довірчий інтервал для осцилятора (5) характеризує область, вихід осцилятора з якої сигналізує про купівлю та продаж цінного паперу з одночасною приналежністю спостереження до кластерів №2 і №3 відповідно. Чим більше рівень довірчого інтервалу S , тим менша кількість сигналів надходить, але ймовірність (відсоток) коректно класифікованих сигналів підвищується, і навпаки, чим менше рівень S , тим більше кількість сигналів, але якість їх знижується.

Показником ефективності методу може бути, наприклад, відсоток співпадіння змін напряму руху ціни акції з кількістю ідентифікованих сигналів про купівлю та продаж цього активу:

$$E(S) = \alpha E_1 + \beta E_2, \quad (6)$$

де $E_1(S) = m_1 / n_1 \cdot 100 \%$ — відсоток розпізнавання змін напряму руху ціни зі зростання на падіння;

$E_2(S) = m_2 / n_2 \cdot 100 \%$ — відсоток розпізнавання змін напряму руху ціни з падіння на зростання;

m_1 — кількість ідентифікованих сигналів про продаж;

m_2 — кількість ідентифікованих сигналів про купівлю;

n_1 — загальна кількість змін напряму руху ціни зі зростання на падіння;

n_2 — загальна кількість змін напряму руху ціни з падіння на зростання;

α , β — вагові коефіцієнти значущості для інвестора операцій продажу та купівлі відповідно.

Оптимальне значення рівня S визначається з умови

$$\max E(S). \quad (7)$$

5. Визначення тенденцій і моменту купівлі та продажу акцій. Максимальне додатнє значення осцилятора свідчить про те, що акція переоцінена та в подальшому з більшою ймовірністю варто очікувати зниження курсу. Мінімальне від'ємне значення осцилятора вказує на те, що фінансовий актив є недооціненим та в подальшому найбільш ймовірно очікувати збільшення курсу акцій. Сигналом, що вказує на наближення до цих подій, є вихід осцилятора за межі довірчого інтервалу. При цьому необхідною умовою здійснення операцій купівлі та продажу є належність спостережень до кластерів № 2 і № 3 відповідно. Умови купівлі та продажу виражаються наступною системою:

$$\begin{aligned} \text{купівля: } OSC < -S, \quad Z2 &= \max\{Z1, Z2, Z3\}, \\ \text{продаж: } OSC > S, \quad Z3 &= \max\{Z1, Z2, Z3\}. \end{aligned} \quad (8)$$

На рис. 4 наведено осцилятор інформаційних цінностей купівлі та продажу акцій UNAF за 2007—2011 роки, лінії підтримки та критичні події (виділені стрілками) перед зміною курсу 21.07.2011 і 26.10.2011, для яких виконуються умови (8).

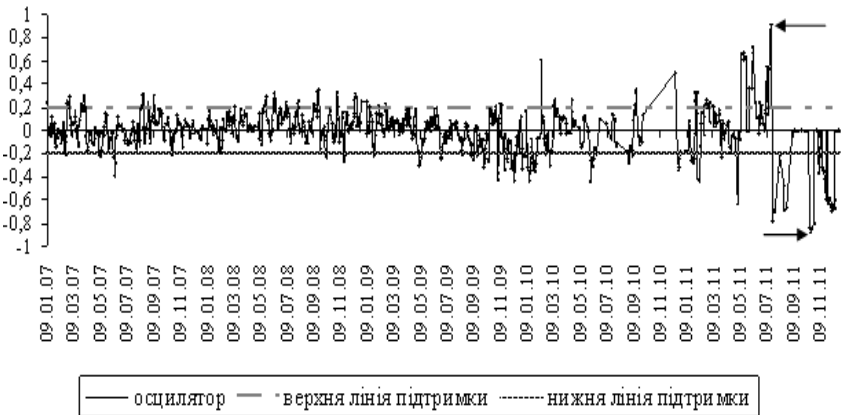


Рис. 4. Осцилятор інформаційних цінностей купівлі та продажу акцій UNAF за 2007—2011 роки

У роботах по дослідженню критичних явищ, зокрема, в [6—8], висловлюється та підтверджується гіпотеза про колективну зміну поведінки суб'єктів (елементів) систем, що й приводить до загальної зміни їх структури. Так, перед кризою в економічній системі

починає спостерігатись спільний рух трейдерів у одному напрямку у великих масштабах, у той час як у малих спостерігаються хаотичні дії, що загалом призводить до зростання складності системи та її невизначеності. На основі такої гіпотези можна зробити висновок про ймовірність дослідження критичних явищ за допомогою методів, що дозволяють визначати характеристики складності та невизначеності систем. Однією з характеристик складності системи є ентропія:

$$H = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i, \quad (9)$$

де p_i — інформаційна цінність i -го показника торгів.

На рис. 5 наведено динаміку ентропії інформаційних цінностей показників торгів ЦП UNAF на фондовій біржі за 2011 рік, усереднена по торгових тижнях.

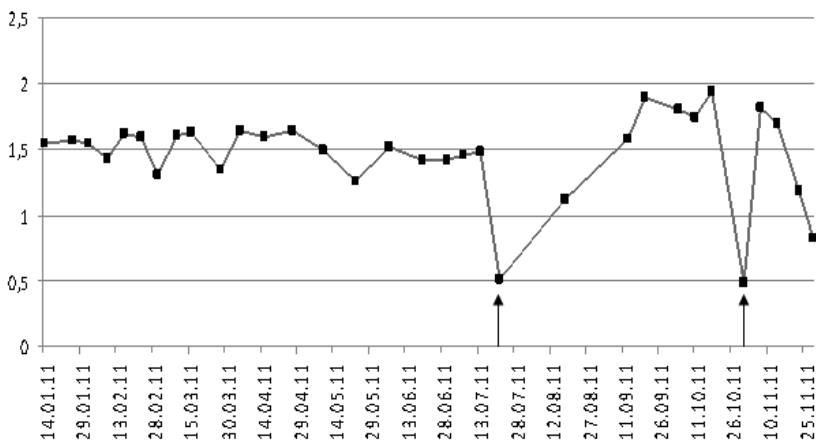


Рис. 5. Динаміка ентропії системи показників торгів ЦП UNAF на фондовій біржі за 2011 рік

Як видно з рис. 5, максимальне значення ентропії досягалось у передкризові періоди, коли система знаходилась у стані граничної рівноваги. У момент кризи складність системи показників різко зменшується, що аналогічно порушенню закону зростання ентропії. На фондовому ринку ці стани досягалися перед кризовими явищами, в нашому випадку це 21.07.2011 і 26.10.2011. У кризові моменти відбувається зрив ентропії до мінімального зна-

чення, що означає зменшення складності і невизначеності торгів. Надалі, відповідно до закону збільшення ентропії, спостерігається поступове зростання складності системи показників торгів на фондовій біржі, що відповідає трендовій динаміці курсу акцій. Таким чином, ентропія Шеннона може використовуватись в якості індикатора і передвісника кризових явищ на фондовому ринку та зміни курсової вартості акцій.

V. Висновки

1. Для дослідження складних соціально-економічних систем, зокрема, фондового ринку, доцільно використовувати методи багатовимірної аналізу даних.

2. Відносна інформаційна цінність показника торгів на фондовій біржі є мірою кількості інформації, яку містить в собі даний показник.

3. Використання найінформативніших показників торгів у аналізі фінансових інструментів обмежує різноманітність системи і визначає можливість прийняття певних і ефективних рішень з управління фінансовими активами.

4. Кластерний аналіз динамічних рядів найінформативніших показників торгів дозволив виділити окремі групи спостережень, які пов'язані з певною стратегією поведінки учасників ринку.

5. Отримані класифікаційні рівняння приналежності спостережень до однієї з еталонних груп з певною стратегією поведінки учасників ринку: нейтральною поведінкою, купівлі, продажу.

6. Запропонований комбінований метод прогнозування змін курсової вартості акцій, що поєднує методи багатовимірної аналізу і індикативного прогнозування і який дозволяє підвищити ефективність управління цінними паперами.

7. Підтверджена можливість використання ентропійних показників в аналізі критичних подій на фондовому ринку. Доведено, що в якості індикатора критичної події можна використовувати ентропію Шеннона, яка розраховується за відносними інформаційними цінностями найбільш інформативних показників торгів.

Література

1. Мезенцев О.М. Сучасні методи прогнозування кризових явищ / О.М. Мезенцев // Економіка : проблеми теорії та практики : зб. наук. праць. — Вип. 254. — Т. 6. — Дніпропетровськ : ДНУ, 2009. — С. 1486—1496.

2. *Мезенцев О.М.* Моделювання індикаторів-передвісників кризових явищ на валютному ринку / О.М. Мезенцев // Економіка : проблеми теорії та практики : зб. наук. праць. — Вип. 252. — Т. 1. — Дніпропетровськ : ДНУ, 2009. — С. 22—23.

3. *Дербенцев В.Д.* Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем : монографія / В.Д. Дербенцев, О.А. Сердюк, В.М. Соловйов, О.Д. Шарапов — Черкаси : Брама-Україна, 2010. — 287 с.

4. *Глушевський В.В.* Концепція моделювання системних характеристик фінансових активів / В.В. Глушевський, О.М. Ісаєнко, О.О. Ісаєнко // Моделювання та інформаційні системи в економіці : зб. наук. праць / Відп. ред. В.К. Галіцин. — К. : КНЕУ, 2011. — Вип. 85. — С. 129—139.

5. *Пономаренко В.С.* Моделювання поведінки інвестора на фондовому ринку : монографія / В.С. Пономаренко, О.В. Раєвнева, К.А. Стрижченко — Харк. держ. екон. ун-т. — Х. : ІНЖЕК, 2004. — 260 с.

6. *Sornette D.* Stock Market Crashes, Precursors and Replicas / D. Sornette // J. Phys. I France — V. 6. — 1996. — P. 167—175.

7. *Sornette D.* Critical market crashes / D. Sornette // Physics Reports — V. 378, 2003. — P. 1—98.

8. *Сорнетте Д.* Как предсказывать крахи финансовых рынков. Критические события в комплексных финансовых системах / Д. Сорнетте. — М., 2003. — 394 с.

Стаття надійшла до редакції 06.12.2012 р.

УДК: 519.86:330.322

В.В. Глушевський, доц., канд. екон. наук,

Є.К. Мерджинський, асистент,

О.М. Ісаєнко, доц., канд. техн. наук,

Запорізька державна інженерна академія

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗПОДІЛУ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РЕСУРСІВ У РЕГІОНАЛЬНОМУ ПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

АНОТАЦІЯ. Розроблено систему економіко-математичних моделей формування ефективної стратегії інвестування. Це дозволяє оцінити еколого-економічну ефективність розвитку регіонального промислового комплексу при різних варіантах інвестиційної політики регіону.

ANNOTATION. The system of economic-mathematical models of forming effective strategy of investing is developed. It allows to estimate ecological economics efficiency development of regional industrial complex at the different variants of investment policy in region.