

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького

ВІСНИК
ЧЕРКАСЬКОГО
УНІВЕРСИТЕТУ

Серія:
ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

Науковий журнал
Виходить 40 разів на рік
Заснований у березні 1997 року

№ 39 (332). 2014

Черкаси – 2014

**Засновник, редакція, видавець і виготовлювач –
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького**
Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 16161-4633ПР від 11.12.2009

Журнал розрахований на економістів, викладачів, науковців, аспірантів, студентів.

Випуск № 39 (332) наукового журналу Вісник Черкаського університету, серія економічні науки рекомендовано до друку та до поширення через мережу Інтернет Вченою радою Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 6 від 31.08.2014 року).

Видання входить до «Переліку наукових фахових видань, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» на підставі Наказу МОН України від 15 квітня 2014 року № 455.

Журнал реферується Українським реферативним журналом «Джерело» (засновники: Інститут проблем реєстрації інформації НАН України та Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського) та Реферативним журналом Всеросійського інституту наукової і технічної інформації РАН (ВІНІТІ РАН).

Головна редакційна колегія:

Кузьмінський А.І., член-кор. НАПН України, д.пед.н., проф. (головний редактор); Боечко Ф.Ф., член-кор. НАПН України, д.б.н., проф. (заступник головного редактора); Тарасенкова Н.А. д.пед.н., проф. (заступник головного редактора); Луценко Гр.В., к.ф-м.н., доц. (відповідальний секретар); Архипова С.П., к.пед.н., проф.; Біда О.А. д.пед.н., проф.; Головня Б.П., д.т.н., доц.; Гусак А.М., д.ф-м.н., проф.; Драч О.О., д.і.н., проф.; Жаботинська С.А., д.філол.н., проф.; Кукурудза І.І., д.е.н., проф.; Лизогуб В.С. д.б.н., проф.; Марченко О.В., д.філос.н., проф.; Мігус І.П. д.е.н., доц.; Мінаєв Б.П., д.х.н., проф.; Перехрест О.Г., д.і.н., проф.; Поліщук В.Т., д.філол.н., проф.; Савченко О.П., д.пед.н., проф.; Селіванова О.О., д.філол.н., проф.; Чабан А.Ю., д.і.н., проф.; Шпак В.П., д.пед.н., проф.

Редакційна колегія серії:

Мігус І.П. д.е.н., доцент (відповідальний редактор напрямку «Менеджмент та економічна безпека»); Міненко М.В. (відповідальний секретар напрямку «Менеджмент та економічна безпека»); Врубель Ю. д.е.н., професор (Польща); Волейшо Я., д.е.н., професор (Польща); Данилова О.В., д.е.н., професор (Росія); Єфіменко Н.А., д.е.н., доцент; Куклін О.В., д.е.н., професор; Пасека С.Р., д.е.н., доцент; Пасічник Ю.В., д.е.н., професор; Пузіков В.В., д.е.н., професор (Білорусь); Соловйов В.М., д.ф-м.н., професор; Яценко В.М., д.е.н., професор.

За зміст публікації відповідальність несуть автори

Адреса редакційної колегії:

18000, Черкаси, бул.Шевченка, 81
Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького,
кафедра менеджменту та економічної безпеки, тел. (0472) 37-11-15

ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА

В даній роботі пропонується застосування технології складних ланцюгів Маркова для прогнозування часових рядів світових фондових ринків. Головною відмінністю складних ланцюгів Маркова від простих є урахування післядії або пам'яті. Метод 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 фрактальні властивості часового ряду. Наведено результати прогнозування індексів світових фондових ринків.

Ключові слова: прогнозування, часові ряди, складні ланцюги Маркова, дискретний час, фрактальність, дискретне Фур'є-продовження

Постановка проблеми. Успішне моделювання та прогнозування процесів, які протікають в таких складних системах, як екологічні, соціальні і економічні (ЕСЕ), і дотепер залишається однією з найактуальніших і до кінця не розв'язаних проблем, що відносяться до цілого комплексу наук про природу, людину і суспільство ([1, 2]).

Різноманіття підходів до побудови моделей таких систем, а також часто більш ніж скромні успіхи в прогнозуванні їх динаміки, вимушують шукати причини невдач не тільки в частковостях, але і в аксіоматиці, що стосується постановки задачі, використовуваних засобів моделювання, інтерпретації його результатів, зв'язків з іншими науковими напрямками.

З виникненням на початку минулого сторіччя квантової механіки і теорії відносності були сформульовані і затвердилися нові філософські переконання на поняття фізичної величини, процедури вимірювання і стану системи, що в корені відрізняються від ньютонівських уявлень [3, 4].

Більше 70-ти років йдуть дискусії щодо концепцій, на яких засновані класичні та неокласичні економічні теорії, та з'являються нові підходи [5].

З середини минулого сторіччя одержала визнання загальна теорія систем і почав в явному вигляді формуватися новий, системний, емерджентний та квантовий за своєю суттю підхід до дослідження складних об'єктів, в рамках якого фактично постулюється обмеженість будь-якого моделювання, що спирається тільки на фіксовану і замкнуту систему аксіом [6].

Проте освоєння нової філософської бази в моделюванні ЕСЕ систем і до теперішнього часу відбувається зі складнощами, а нові принципи часто лише декларуються.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Прогнозування фінансово-економічних часових рядів є надзвичайно актуальною задачею. Сучасні підходи до даної задачі можна охарактеризувати наступними напрямками: 1) апроксимація часового ряду аналітичною функцією та екстраполяція знайденої функції у напрямку майбутнього – так звані трендові моделі [9]; 2) дослідження впливу усіх можливих факторів на показник, який прогнозується та побудова економетричних, або більш складних моделей за допомогою методу групового урахування аргументів (МГУА) [10]; 3) моделювання майбутніх цін як результатів прийняття рішень за допомогою нейронних мереж, генетичних алгоритмів, нечітких множин [10, 11, 12]. На жаль, дані методики не демонструють стабільних прогнозів, що може бути пояснене складністю систем, динаміка яких прогнозується, постійною зміною їх структури. Ми намагаємось поєднати ці напрями в одному алгоритмі, але надаємо перевагу останньому, який полягає у побудові моделі, адекватної процесу, який породжує часовий ряд ціни [13]. Саме такий підхід дає можливість наблизитись до складності системи, яка генерує досліджуваний ряд, побудувати її модель та використовувати властивості моделі у якості прогнозу.

Мета статті полягає у дослідженні та застосуванні нової технології моделювання і прогнозування, запропонованої в [7, 8], в основі якої лежать концепції детермінованого хаосу, складні ланцюги Маркова та ієрархічна по часових масштабах організація обчислювальних процедур.

Виклад основного матеріалу дослідження. Нехай ряд заданий послідовністю дискретних рівнів зі сталим кроком дискретизації часу Δt . Необхідно побудувати варіанти продовження ряду (сценарії прогнозу) згідно виявлених залежностей між послідовностями абсолютних або відносних змін за допомогою складних ланцюгів Маркова.

Припустимо існує послідовність дискретних станів певної системи. З цієї послідовності можна визначити ймовірності переходу з одного стану в інший. Простим ланцюгом Маркова є випадковий процес, в якому ймовірність наступного стану залежить тільки від попереднього стану та не залежить від усіх інших станів. На відміну від простого, складним ланцюгом Маркова називають випадковий процес, в якому ймовірність наступного стану залежать не лише від наявного, а від послідовності декількох попередніх станів (передісторії). Кількість станів у передісторії є порядком ланцюга Маркова.

Теорія простих ланцюгів Маркова широко викладена в літературі, наприклад [14]. Що стосується ланцюгів Маркова вищих порядків, то в літературі [15] наведено лише означення.

Ланцюг Маркова порядку вище 1-го можна звести до простого ланцюга Маркова за допомогою введення поняття „узагальнений стан”, включаючи в нього ряд послідовних станів системи. В цьому випадку апарат простих ланцюгів Маркова може бути застосований до складних.

Досліджуваний динамічний ряд є результатом певного процесу. Припускається, що цей процес є детермінованим, що означає існування причинно-наслідкової залежності наступних станів від передісторії. Неможливо зафіксувати та проаналізувати нескінченну передісторію, що заважає точному виявленню даного впливу та побудову абсолютно точних прогнозів. Поставлена задача полягає у максимальному використанні інформації, яка міститься у відомому відрізку ряду та моделювання на основі цього найбільш ймовірних сценаріїв продовження ряду в майбутньому.

Досліджуваний процес описується у вигляді часового ряду ціни $p(t)$ із заданим проміжком дискретизації Δt

$$p_i = p(t_0 + i \cdot \Delta t). \quad (1)$$

Дискретне представлення ряду є фактично способом існування даної системи. Формування ціни 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 (наприклад, хвилинному, 5-хвилинному, годинному, денному тощо). При прямуванні $\Delta t \rightarrow 0$ 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. Дані факти свідчать про те, що дискретність часових рядів необхідно розуміти як один із принципів організації складної фінансової системи, а не лише як обмежене представлення результатів її діяльності [7, 8, 16, 17].

Ряд вихідних значень необхідно перетворити у ряд дискретних станів. Позначимо кількість вибраних станів s , кожен з яких пов'язаний зі зміною величини вихідного сигналу (прибутковості). Наприклад, класифікація з двома станами, перший з яких відповідає додатній прибутковості при зростанні ціни, а другий – від'ємній при її спаданні. В загальному вигляді всі можливі прирости вихідного ряду класифікуємо на s груп. Способи розбиття будуть обговорюватись нижче.

Далі здійснюється прогнозування ряду дискретизованих станів. Для заданого порядку ланцюга Маркова та останнього узагальненого стану в якості наступного вибирається найбільш ймовірний стан. У випадках неоднозначності при визначенні стану з максимальною ймовірністю застосовується алгоритм, який дозволяє зменшити кількість

можливих сценаріїв прогнозу. Таким чином, маємо ряд прогнозованих станів, які для відомого останнього значення ряду можуть бути перетворені на дискретизований ряд прогнозних значень.

Обчислення приростів, прогнозування та послідуєчне відновлення здійснюється здійснити для заданої ієрархії приростів часу Δt . Для ефективного використання інформації, представленій в наявному часовому ряді, прогнозування здійснюється для приростів часу $\Delta t=1,2,4,8,\dots$, або більш складної ієрархії приростів та послідовного „склеювання” результатів отриманих на різних дискретизаціях прогнозів.

Процедура прогнозування та склеювання є ітераційною та проводиться, починаючи з менших приростів, додаючи на кожному кроці прогноз з більшим приростом часу. При збільшенні кроку дискретизації часу Δt зменшується статистика для визначення ланцюгів Маркова, найбільший крок дискретизації, який приймає участь у прогнозуванні обмежується. Для доповнення прогнозу низькочастотною складовою використовується наближення нульового порядку у вигляді лінійного тренду, або комбінації лінійного тренду та гармонійних коливань [18, 19].

Розглянемо послідовність операцій, які необхідні для побудови прогнозного ряду. Для цього необхідно задати наступні параметри:

- 1) Вид ієрархії приростів часу (проста – степені двійки, складна – добуток степенів перших простих чисел).
- 2) Величини s – кількість станів та r – порядок ланцюга Маркова. Дані параметри можуть бути індивідуальними для кожного рівня дискретизації, знаходження оптимальних параметрів здійснюється експериментально.
- 3) Величина порогу δ , та мінімальна кількість переходів N_{\min} .

Алгоритм побудови прогнозу включає наступні кроки:

- 1) Генерація ієрархії приростів часу – послідовності Δt , максимальний з яких повинен відповідати довжині прогнозного проміжку N_1 .
- 2) Для кожного приросту часу Δt зі зростанням приростів, здійснюється прогнозування станів та відновлення ряду за прогнозними станами. Даний етап включає наступні дії:
 - 2.1. Обчислення приростів (прибутковостей) ряду з дискретизацією Δt .
 - 2.2. Перетворення ряду приростів у ряд номерів станів (1..s).
 - 2.3. Обчислення ймовірностей переходів для узагальнених станів.
 - 2.4. Побудова ряду прогнозних станів, застосовуючи процедуру визначення найбільш ймовірного наступного стану.
 - 2.5. Відновлення ряду значень з ряду станів з дискретизацією Δt .
 - 2.6. Склеювання прогнозу з дискретизацією Δt з рядом, який отримався в результаті склеювання попередніх шарів (з меншим кроком Δt). У випадку якщо даний ряд є першим, в якості результату склеювання повертається ряд без змін.
- 3) Останній склеєний ряд склеїти з продовженням лінійного тренда, побудованого по усім попередньо відомим точкам.

Ряд, склеєний з лінійним трендом, є результатом прогнозування. Розглянемо етапи наведеного алгоритму більш детально.

Стани в даній методиці зв'язані з вимірюванням прогнозованої величини. Пропонуються наступні способи класифікації прибутковостей у стани. Серед них – класифікація на основі принципу рівномірності за кількістю представників в класах; на основі принципу рівномірності за відхиленням, а також їх комбінації для різних модулів відхилень. Основою для класифікації станів є приріст, або прибутковість ряду [17, 20]. Розглядається абсолютні (2) та відносні (3) прирости ряду.

$$r_t = p_t - p_{t-\Delta t}, \quad (2)$$

$$r_t = \frac{p_t - p_{t-\Delta t}}{p_t}, \quad (3)$$

де p_t – вхідний ряд динаміки ціни, Δt – проміжок дискретизації, який вибрано для аналізу. Відомо, що математичне сподівання ряду прибутковостей дорівнює нулю, а дисперсія є

фактично мірою волатильності ряду. На основі значень прибутковостей r_t здійснюється класифікація та перетворення значень ряду в ряд дискретних станів. Один з принципів проведення класифікації – рівномірність за кількістю представників класів. Дана класифікація поділяє множину всіх приростів $\{r_t\}$ на s рівних по кількості груп. Обчислені прирости ряду з даною дискретизацією упорядковуються за зростанням та здійснюється поділ відсортованого масиву на рівні частини. Таким чином визначаються граничні значення $\{r_{lim,i}\}$, які використовуються при перетворенні прибутковостей на номери класів.

Проблему може створити велика кількість однакових станів, що спричинює однакові межі декількох сусідніх станів. Це створює номери станів без жодного представника, що робить необхідним корекцію розбиття з ціллю досягнути найбільш можливої рівномірності в розподілу на стани. Класифікація відбувається за наступним алгоритмом [21, 22]:

$$s_t = (i \mid r_{lim,i-1} > r_t > r_{lim,i}), \quad (4)$$

де s_t – номер стану, який відповідає моменту часу t , для якого обчислена прибутковість r_t ; i – номер стану $[1 \dots s]$, інтервал $[r_{lim,i-1}, r_{lim,i}]$ якого відповідає обчисленій прибутковості r_t .

Крім інтервалу прибутковостей, заданого зазначеними вище граничними значеннями $[r_{lim,i-1}, r_{lim,i}]$, для кожного стану вибирається середнє значення прибутковості $r_{avg,i}$, яке буде використовуватись при відновленні значень ряду за прогнозованими дискретними станами.

У випадку складного ланцюга Маркова, ймовірність наступного стану залежить не тільки від попереднього стану, а й від послідовності r станів, які відбулись перед даним. У цьому випадку, необхідно обчислити ймовірності переходів з послідовності r станів у стан $r+1$. Формально ці ймовірності можна записати в прямокутну таблицю з розмірністю (r^s, s) . Можна звести ланцюги Маркова порядку r до ланцюга порядку 1, узагальнивши поняття "наявний стан", включивши в нього послідовність з r станів, які передують стану, ймовірність якого обчислюється. Таким чином, ймовірності переходів можна записати в квадратні матриці розмірністю (r^s, r^s) , яка є матрицею ймовірностей переходів між узагальненими станами.

Процес прогнозування полягає в наступному: вибирається останній стан (у випадку ланцюга Маркова порядку $r > 1$ береться послідовність r останніх станів). Визначається ймовірність переходу з даного стану у всі можливі. Із усіх можливих наступних станів вибирається стан з максимальною ймовірністю. Можливий випадок декількох станів з максимальною ймовірністю, який може бути пояснений бімодальним розподілом ймовірностей. Процес прийняття рішення в цьому випадку описаний нижче.

Вибраний найбільш ймовірний стан приймається як наступний прогнозований стан та процедура повторюється з наступним (доданим останнім) станом. Таким чином, ми отримуємо ряд прогнозних станів для даної величини дискретизації Δt . Далі по одержаному ряду станів та відомому початковому значенню відбувається відновлення ряду для даної дискретизації Δt . При цьому кожний стан являє собою Δt точок ряду. На етапі класифікації станів з кожним станом був зв'язаний середній приріст $r_{avg,i}$, який додається до значення останньої точки ряду та обчислюється наступна дискретизована точка. Проміжні точки заповнюються як лінійна інтерполяція відомих 2-х сусідніх точок.

Алгоритм відновлення значень ряду y_t на основі початкової ціни p_t та ряду середніх приростів, $r_{avg,ik}$ відповідних прогнозним станам s_k можна задати послідовністю обчислень (5):

$$\begin{aligned} y_t &= p_t \\ y_{t+1} &= y_t + r_{avg,i1} / \Delta t = p_t + r_{avg,i1} / \Delta t \\ y_{t+2} &= y_{t+1} + r_{avg,i1} / \Delta t = p_t + 2r_{avg,i1} / \Delta t \\ &\dots \\ y_{t+\Delta t-1} &= y_{t+\Delta t-2} + r_{avg,i1} / \Delta t = p_t + (\Delta t - 1)r_{avg,i1} / \Delta t \\ y_{t+\Delta t} &= y_{t+\Delta t-1} + r_{avg,i1} / \Delta t = p_t + \Delta t r_{avg,i1} / \Delta t = p_t + r_{avg,i1} \\ y_{t+\Delta t+1} &= y_{t+\Delta t} + r_{avg,i2} / \Delta t = p_t + r_{avg,i1} + r_{avg,i2} / \Delta t \\ &\dots \end{aligned}$$

$$y_{t+n\Delta t-1} = y_{t+n\Delta t-2} + r_{avg,in} / \Delta t = p_t + \sum_{k=1}^{n-1} r_{avg,ik} + \frac{(\Delta t - 1)}{\Delta t} r_{avg,ik}$$

$$y_{t+n\Delta t} = y_{t+n\Delta t-1} + r_{avg,in} / \Delta t = p_t + \sum_{k=1}^n r_{avg,ik} \quad (5)$$

Прирости часового ряду обчислюються з різними кроками. Наприклад, аналогічно з дискретним перетворенням Фур'є, розглядаємо прирости величиною степенів двійки. Спочатку обчислюємо прирости як різниця двох сусідніх значень ряду, потім через одне, з кроками 2, 4, 8, 16 і т.д. Позначимо цю різницю в часі через Δt . Для кожного Δt здійснюємо перетворення ряду приростів у ряд станів, здійснюємо прогнозування майбутньої послідовності станів, потім відновлюємо ряд із заданою дискретизацією по спрогнозованому ряду станів. Ряди, отримані при відновленні для різних Δt , проходять процедуру склеювання, в результаті якої отримується ряд, який і є прогнозний ряд. Таким чином, вибирається ієрархія приростів, кожна з яких відповідає за свою частоту, на якій відбувається прогнозування та відновлення в процесі склеювання.

Суть процесу склеювання полягає в наступному. Процедура склеювання є ітераційною, ряд з кожною наступною (з більшим кроком) дискретизацією коректує, підтягуючи до свої точки прогноз, сформований з результатів при менших Δt . Перетворення, які виконуються в процесі склеювання, можна записати у вигляді наступних обчислень.

Нехай проведене склеювання для усіх приростів часу $\Delta t < \Delta t_i$, здійснено прогноз при дискретизації Δt_i та за формулами отримано часовий ряд $\{y_i\}$. Розглянемо ітераційну процедуру склеювання отриманого ряду $\{y_i\}$ з рядом, отриманим в результаті усіх попередніх склеювань $\{g_i\}$. Оскільки ряд $\{y_i\}$ містить системні точки лише в моменти часу, кратні Δt_i , а інші точки ряду є інтерпольованими, то процес склеювання полягає в заміні цих інтерпольованих точок значеннями системних точок з попередніх $\Delta t < \Delta t_i$, які містяться у ряді результатів попередніх склеювань $\{g_i\}$. Алгоритм склеювання може бути записаний у вигляді послідовності обчислень (6):

$$z_t = g_t = p_t,$$

$$z_{t+1} = g_{t+1} + (y_{t+\Delta t_i} - g_{t+\Delta t_i}) / \Delta t_i,$$

$$z_{t+2} = g_{t+2} + 2(y_{t+\Delta t_i} - g_{t+\Delta t_i}) / \Delta t_i,$$

$$\dots$$

$$z_{t+\Delta t-1} = g_{t+\Delta t-1} + (\Delta t_i - 1)(y_{t+\Delta t_i} - g_{t+\Delta t_i}) / \Delta t_i,$$

$$z_{t+\Delta t} = g_{t+\Delta t} + (\Delta t_i)(y_{t+\Delta t_i} - g_{t+\Delta t_i}) / \Delta t_i = y_{t+\Delta t_i},$$

$$z_{t+\Delta t+1} = g_{t+\Delta t+1} + ((y_{t+2\Delta t_i} - g_{t+2\Delta t_i}) - (y_{t+\Delta t_i} - g_{t+\Delta t_i})) / \Delta t_i,$$

$$z_{t+\Delta t+2} = g_{t+\Delta t+2} + 2((y_{t+2\Delta t_i} - g_{t+2\Delta t_i}) - (y_{t+\Delta t_i} - g_{t+\Delta t_i})) / \Delta t_i,$$

$$\dots$$

$$z_{t+n\Delta t-1} = g_{t+n\Delta t-1} + \frac{(\Delta t - 1)}{\Delta t} ((y_{t-n\Delta t} - g_{t-n\Delta t}) - (y_{t-(n-1)\Delta t} - g_{t-(n-1)\Delta t})),$$

$$z_{t+n\Delta t} = g_{t+n\Delta t} + ((y_{t-n\Delta t} - g_{t+n\Delta t}) - (y_{t+(n-1)\Delta t} - g_{t+(n-1)\Delta t})) =$$

$$= g_{t+(n-1)\Delta t} - y_{t+(n-1)\Delta t} - y_{t-n\Delta t}. \quad (5)$$

Розглянемо результати прогнозування фондових ринків. Точкою 2000 позначено момент початку прогнозів: 24 березня 2011 року.

З вищенаведених графіків видно, що прогнозування вищеописаним методом динаміки фондових ринків під час кризи можливе тільки в короткостроковій перспективі (20-50 днів). Похибка прогнозування при довжині прогнозу 1000 днів, складає 22 %.

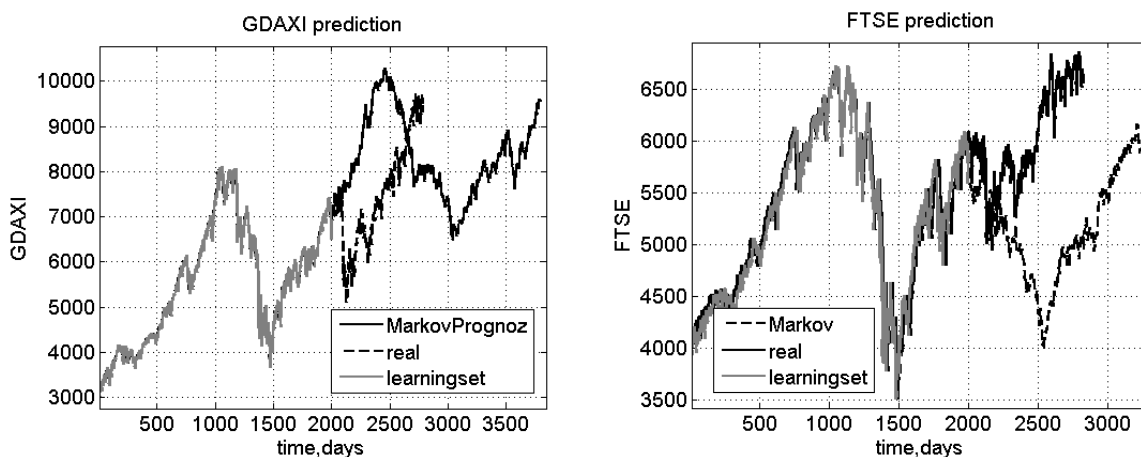


Рис. 1. Прогнозування індексу DAX (Німеччина, зліва) та FTSE (Великобританія, справа)

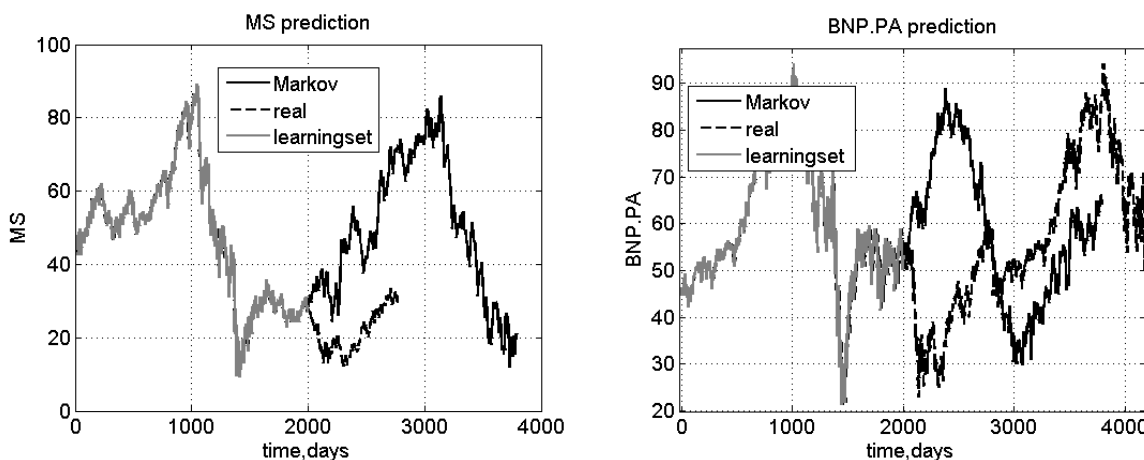


Рис. 2. Прогнозування ціни акцій банку Morgan Stanley (США, зліва) та банку BNP Paribas (Франція, справа)

На наступних рисунках зображено прогнози фондових індексів європейських країн, наведених у нормалізованому масштабі.

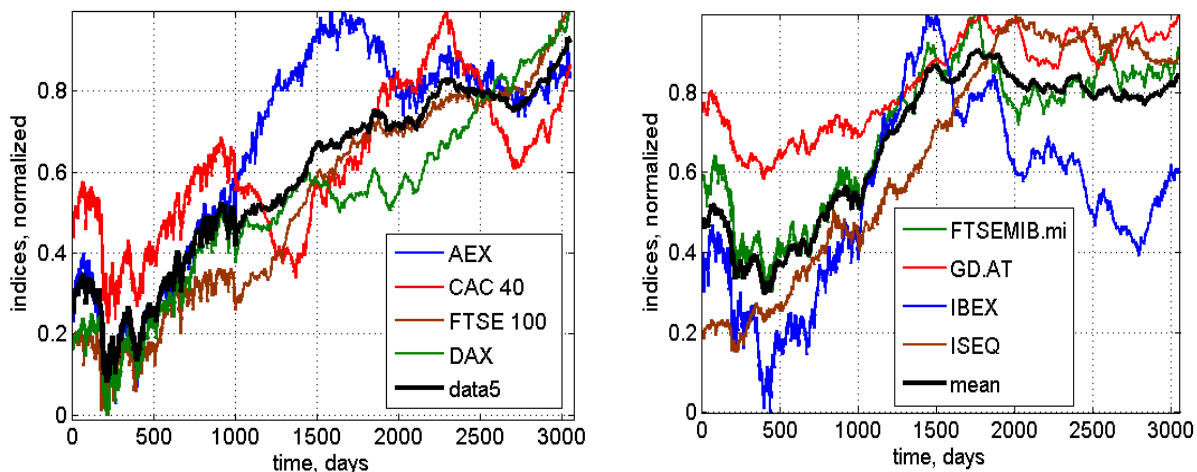


Рис. 3. Прогнози фондових індексів Європи, розвинуті країни (зліва) та країни з проблемним станом економіки (справа)

Для нормалізації використовувалась наступна формула: $y_n(t) = (y(t) - y_{min}) / (y_{max} - y_{min})$. Для всіх прогнозів, що зображені на наступних рисунках, точкою 1000 на осі x показано початок прогнозу – 30 жовтня 2014 року. Чорною лінією позначено динаміку середнього зваженого значення, при розрахунку якого використовувались ВВП відповідних країн у якості вагових

коефіцієнтів. На рис. 3 справа зображено прогнози фондових індексів розвинутих європейських країн: Данія (AEX), Франція (CAC 40), Великобританія (FTSE 100) та Німеччина (DAX). Справа на рис. 3. зображено прогнози для наступних країн: Італія (FTSEMIB.MI), Греція (GD.AT), Іспанія (IBEX), Ірландія (ISEQ).

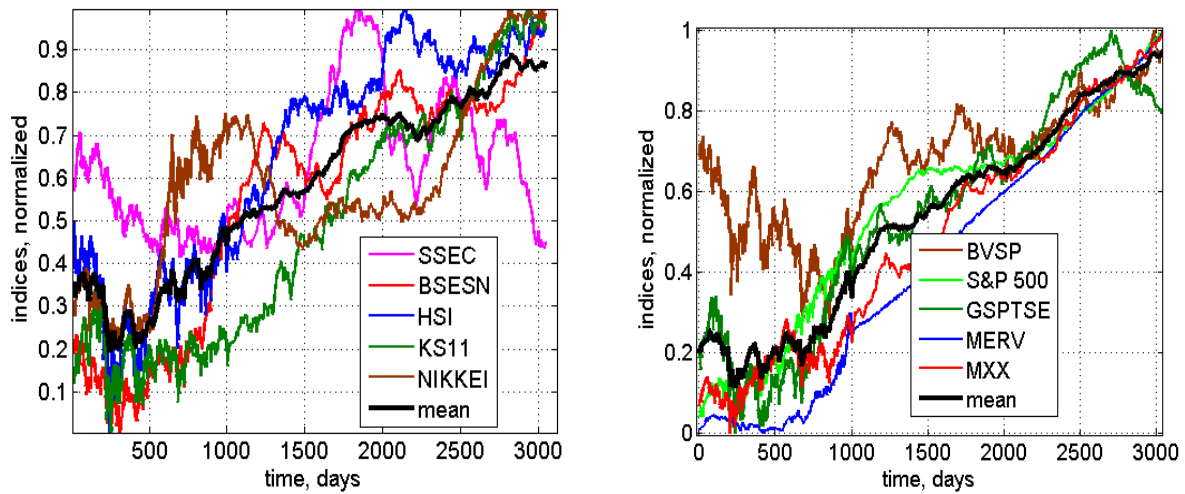


Рис. 4. Прогнози фондових ринків Азії (зліва) та Америки (справа)

На рис. 4. зліва наведено прогнози для Китаю (SSEC, HSI), Індії (BSESN), Кореї (KS11) та Японії (NIKKEI). Справа відображено прогнози динаміки для країн північної та південної Америки: Бразилія (BVSP), Мексика (MXX), Канада (GSPTSE), Аргентина (MERV) та США (S&P 500). Усереднена динаміка прогнозів по регіонам світу та в цілому (mean) представлена на рис. 5а. Для порівняння на рис. 5б представлена прогнозована поведінка світового валового внутрішнього продукту (ВВП) за даними російських авторів [23, 24].

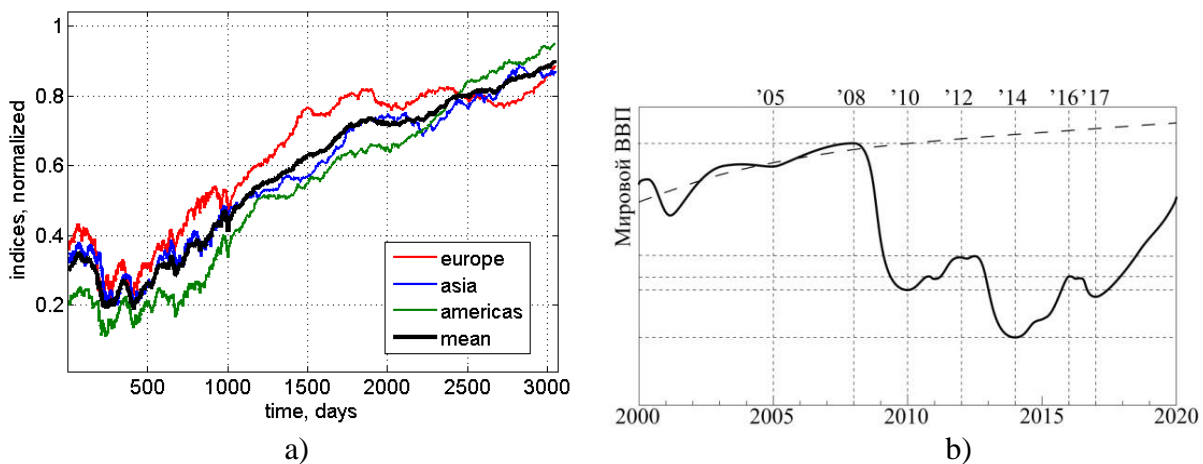


Рис. 5. Усереднена динаміка провідних фондових індексів світу (а) та прогноз динаміки світового ВВП на період до 2020р. (б) [24]

З наведених графіків видно, що описаний нами метод прогнозує позитивну динаміку світового фондового ринку на наступні 6 років. Окрім Європи, де в 2017 та 2020 рр. можливі незначні спади, в цілому спостерігається певне сповільнення зростання, але кризових явищ 2014 і 2017 рр., як прогнозують автори [23, 24] не передбачається. Економічною статистикою поточного 2014 року світової фінансової кризи не зафіксовано.

Висновки. Таким чином, представлено сучасну модель прогнозування складних фінансово-економічних систем, яка включає основні патерни складності: фрактальність, масштабну інваріантність, ефект довготривалої пам'яті тощо. Використання моделі до

прогнозування динаміки світового фондового ринку дозволило отримати прогнози, які, на відміну від відомих, не мають очевидних протиріч.

Подальші дослідження будуть направлені на прогнозування інших сегментів фінансового ринку, зокрема, валютного, спотового та ін.

Список використаних джерел:

1. Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. / А.А.Самарский, А.П.Михайлов– 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.
2. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. / [Богобоящий В.В., Курбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М].- К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.
3. Елютин П.В. Квантовая механика с задачами /Под ред. академика Н.Н.Боголюбова. / П.В.Елютин, В.Д.Кривченков – М.: Наука, 1976. – 336 с.
4. Ландау Л.Д. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. / Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц – М.: Наука, 1974. – 752 с.
5. Сапир Ж. К экономической теории неоднородных систем: Опыт исследования децентрализованной экономики: Пер. с фр. под науч. ред. Н.А. Макашевой. / Ж.Сапир – М.: ГУ ВШЭ, 2001. – 248 с.
6. L. von Bertalanffy, *General System Theory—A Critical Review*. - «General Systems», vol. VII, 1962. – P. 1—20.
7. Курбанов К.Р. Сложные цепи Маркова как технология прогнозирования социальных, экономических и экологических процессов. / К.Р. Курбанов, В.М. Сапцин // МНПК аспір., мол. учених та науковців. «Проблеми та перспективи розвитку регіональної ринкової економіки» Кременчук, 11-13 травня 2007 р. - С. 10-14.
8. Сапцин В.М. Опыт применения генетически сложных цепей Маркова для нейросетевой технологии прогнозирования. / В.М. Сапцин // Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ.- Кривий Ріг, КЕІ КНЕУ, 2009, вип. 2(18).- С.56-66.
9. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов / Ю.П. Лукашин [Учеб. пособие]. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.
10. Зайченко Ю. П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах: учеб. пособие для иностр. студ. вузов, направления "Компьютерные науки" / Ю. П. Зайченко; [М.З. Згуровский (общ.ред.)]. – К.: Слово, 2008. — 344 с.
11. Ежов А.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе. / А.А.Ежов, С.А.Шумский – М., 1998. – 367 с.
12. Заенцев И.В. Нейронные сети: основные модели. / И.В. Заенцев [электронный ресурс] :Учебное пособие к курсу «Нейронные сети» для студентов 5 курса магистратуры каф. электроники физического ф-та Воронежского государственного университета [эл. издание]. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 1999. – 186 с.
13. Чабаненко Д. М. Виявлення короткочасної та довготривалої пам'яті та прогнозування часових рядів методами складних ланцюгів маркова / Д. М. Чабаненко // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ ХПІ, 2010. – № 31. – С. 184-190.
14. Тихонов В.И. Марковские процессы. / В.И. Тихонов, В.А. Миронов – М.: Сов. Радио, 1977. - 488 с.
15. Корн Г. Справочник по математике для научных инженеров и работников. / Г. Корн, Т. Корн – М.: Наука, 1973. - 832 с.
16. Сапцин В.М. Релятивистская квантовая эконофизика. Новые парадигмы моделирования сложных систем / В.М.Сапцин, В.Н.Соловьев - Черкассы: Брама-Украина, 2009. – 64 с.
17. Дербенцев В.Д. Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем. // В.Д. Дербенцев, О.А. Сердюк, В.М. Соловійов, О.Д. Шарапов – Монографія. – Черкаси: Брама-Україна, 2010. – 287 с.
18. Сапцин В. М. Фур'є-продовження низькочастотних складових рядів економічної динаміки / В. М. Сапцин, Д.М. Чабаненко // Проблеми економічної кібернетики: Тези доповідей XIV Всеукраїнської науково-методичної конференції (8-9 жовтня 2009 р., м. Харків). – Харків.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2009. – С. 132-133.
19. Чабаненко Д.М. Дискретне Фур'є-продовження часових рядів / Д.М. Чабаненко // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. - Випуск 1 (66). – Дніпропетровськ, 2010. – С. 114-122.

20. Соловійов В.М. Математична економіка. [Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни] / В.М. Соловійов – Черкаси: ЧНУ, 2008. – 136 с.
21. Soloviev V. Prediction of financial time series with the technology of high-order Markov chains [електронний ресурс] / V. Soloviev, V.Saptsin, D. Chabanenko // Working Group on Physics of Socio-economic Systems (AGSOE). – Dresden, 2009. - Електронний ресурс – Режим доступу: <http://www.dpg-verhandlungen.de/2009/dresden/agsoe.pdf>
22. Soloviev V. Financial time series prediction with the technology of Complex Markov chains / V. Soloviev, V. Saptsin, D. Chabanenko // Computer Modelling and New Technologies. – 2010. – Vol. 14, № 3. – P. 63-67.
23. Пантин В.И. Кризисная эпоха 2010-2020 гг. и ее последствия для России / В.И.Пантин - Електронний ресурс – Режим доступу: https://www.google.com.ua/#q=2A15_Pantin.pdf
24. Акаев А.А., Пантин В.И. Финансово-экономические кризисы и геополитические сдвиги: анализ и прогноз / А.А.Акаев, В.И.Пантин - Електронний ресурс – Режим доступу: https://www.google.com.ua/#q=3A01_Akaev_Pantin.pdf

Soloviev V.N., Chabanenko D.M. Financial and economic time series prediction with the use of markov chains. In this research the technology of complex Markov chains is applied to forecast financial time-series. The main distinction of complex or high-order Markov Chains and simple first-order ones is the existing of aftereffect or memory. The technology proposes prediction with the hierarchy of time discretization interval and conjunction procedure for the prediction results at the different frequency levels to the single prediction output time-series. The hierarchy of time discretizations gives a possibility to use fractal properties of the given time series to make prediction on the different frequencies of the series. The prediction results for world's stock market indices is presented.

Key words: prediction, time series, complex Markov chains, discrete time, fractal properties, discrete Fourier prediction.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Андрієнко В.М. – к.і.н., доцент, докторант, ПВНЗ «Університет економіки та права «КРОК»

Білик В.В. – к.е.н., доцент кафедри економіки і менеджменту, Черкаська філія ПВНЗ «Європейський університет»

Бондарук І.С. – к.е.н., ст. викладач, Уманський державний педагогічний університет

Данильчук Г.Б. – старший викладач кафедри економічної кібарнетики, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Захаров О.І. – к.е.н., професор, завідувач кафедри управління фінансово-економічною безпекою, директор ННІ менеджменту безпеки Університету економіки та права „КРОК”

Кузнецова А.І. – здобувач кафедри менеджменту та економічної безпеки, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Кушнірук А.О. - аспірант, каф. організації та управління будівництвом, Київський національний університет будівництва і архітектури

Ліщук В.В. – аспірант, Київський національний університет технологій і дизайну

Малиновська І.В. – магістрант кафедри економічної кібернетики, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Соловійова В.В. – к.е.н., доцент, доцент кафедри фінансів Черкаський інститут банківської справи Університету банківської справи Національного банку України

Мігус І.П. – д.е.н., професор, завідувач кафедри менеджменту та економічної безпеки, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Міненко М.В. – аспірант кафедри менеджменту та економічної безпеки, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Міхно С.П. – к.е.н., доцент кафедри менеджменту та економічної безпеки, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Миленький В.М. – докторант кафедри менеджменту, Черкаський державний технологічний університет

Молодід О.О. – к.е.н., провідний науковий співробітник ДП «НДІБВ»

Напора І.Ю. – аспірант кафедри менеджменту та економічної безпеки, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Орлик В.М. – д.і.н., професор, завідувач кафедри суспільних наук та документознавства, Кіровоградський національний технічний університет

Бойко-Гагарін А.С. – спеціаліст Навчально-наукового центру «Дослідження проблем нумізматики та історії грошового обігу, ДВНЗ «Переяслав-Хмельницького державного педагогічного університету ім. Г. Сковороди»»

Пустовар В.В. – здобувач кафедри менеджменту, Черкаський державний технологічний університет

Радіонова Н. Й. – к.е.н., доцент, Київський національний університет технологій і дизайну

Дученко Д.С. – студент, Київський національний університет технологій і дизайну

Мазорчук А.А. – студент, Київський національний університет технологій і дизайну

Сарана Л.А. – здобувач кафедри менеджменту, Черкаський державний технологічний університет

Сирота В.С. – здобувач кафедри управління фінансово-економічною безпекою, ПВНЗ «Університет економіки та права «КРОК»

Снігир А.В. – здобувач кафедри управління фінансово-економічною безпекою, ПВНЗ «Університет економіки та права «КРОК»

Соловійов В.М. – д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Чабаненко Д.М. – викладач кафедри економічної кібернетики, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Турченок О.В. – заступник директора, ТОВ «Магістраль-Т»

Чередниченко В.В. – к.е.н., доцент кафедри менеджменту та економічної безпеки, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Шикова О. М. – к.е.н., доцент кафедри управління фінансово-економічною безпекою, ПВНЗ «Університет економіки та права «КРОК»

Шпильовий Б.В. – студент, Черкаська філія ПВНЗ «Європейський університет»

ЗМІСТ

<i>Андрієнко В.М. Методичний підхід до оцінки стану забезпечення економічної безпеки при управлінні навчанням персоналу будівельних підприємств з питань безпеки праці</i>	3
<i>Білик В.В. Механізм формування і накопичення фінансового капіталу</i>	10
<i>Бондарук І.С. Роль управління бізнесом у формуванні системи економічної безпеки пенсійного забезпечення</i>	14
<i>Данильчук Г.Б. Еволюція поняття ентропії: від фізики до економіки</i>	21
<i>Захаров О.І. Стратегія функціонування системи економічної безпеки підприємства</i>	26
<i>Кузнецова А.І. Контролінг як напрям забезпечення економічної безпеки підприємства</i>	33
<i>Кушнірук А.О. Вплив виробітку будівельного підприємства на результати його діяльності на прикладі ТОВ «Будівельний Стандарт»</i>	38
<i>Ліщук В.В. Вдосконалення податкового механізму стимулювання залучення іноземного капіталу в економіку України</i>	43
<i>Малиновська І.В., Соловійова В.В. Ентропійний аналіз світової валютної системи</i>	49
<i>Мігус І.П., Шпильовий Б.В. Сучасні підходи та критерії визначення економічної безпеки</i>	58
<i>Міненко М.В., Міхно С.П. Аналіз рівня економічної безпеки що забезпечують служби безпеки в сучасних умовах</i>	63
<i>Миленський В.М. Концептуальні основи стратегічного моделювання соціально-економічним розвитком депресивного регіону</i>	69
<i>Молодід О.О. Антикризове управління будівельним підприємством як елемент його економічної безпеки</i>	73
<i>Напора І.Ю. Інформаційна безпека банківських установ як об'єкт наукових досліджень</i>	77
<i>Орлик В.М., Бойко-Гагарін А.С. Міжнародні електронні платіжні системи</i>	81
<i>Пустовар В.В. Стратегічний розвиток регіону на основі активізації інноваційно-інвестиційних процесів</i>	87
<i>Радіонова Н.Й., Дученко Д.С. Підвищення якості засвоєння студентами матеріалу, щодо податкового обліку податку на додану вартість</i>	93
<i>Радіонова Н.Й., Мазорчук А.А. Підвищення якості викладання лекційного заняття, щодо обліку основних засобів підприємства</i>	98

<i>Сарана Л.А. Трансформація міжгалузевих зв'язків в агропромисловому комплексі регіону: принципи побудови інтегрованих формувань</i>	103
<i>Сирота В.С. Діагностика стану економічної безпеки підприємства: проблеми методики</i>	109
<i>Снігир А.В. Управління економічною безпекою підприємств туристичної індустрії у регіонах України</i>	114
<i>Соловійов В.М., Чабаненко Д.М. Прогнозування фінансово-економічних часових рядів з застосуванням ланцюгів маркова</i>	119
<i>Турченяк О.В. Обґрунтування ефективного підходу до діагностики фінансового капіталу в інвестиційній діяльності підприємств автомобілебудування</i>	128
<i>Чередниченко В.В. Проблеми застосування експрес-методик діагностики рівня економічної безпеки підприємства</i>	134
<i>Шикова О.М. Інформаційна складова економічної безпеки</i>	140
<i>Відомості про авторів</i>	143

CONTENTS

<i>Andrienko V. Methodical approach to the assessment of providing economic security in managing of personnel training of construction enterprise for work`s safety</i>	3
<i>Bilyk V. The mechanism of formation and accumulation of financial capital</i>	10
<i>Bondaruk I. The role of business management in the formation of economic security of the pension provision</i>	14
<i>Danilchuk G. Entropy concept evolution: from physics to economics.</i>	21
<i>Zakharov O. The strategy functioning of the economic security system of enterprise.</i>	26
<i>Kuznetsova A. Controlling as directions of providing economic security</i>	33
<i>Kushniruk A. The effect of building production on a results of its operations an example LLC "BUILDING STANDARDS".</i>	38
<i>Lyshchuk V. Improvement of tax mechanism of promoting attraction of foreign capital into the economy of Ukraine.</i>	43
<i>Malinovskaya I., Solovyova V. Entropy analysis global currency system</i>	49
<i>Mihus I., Shpilevoy B. The approaches and criteria for determining economic security.</i>	58
<i>Minenko M., Mikhno S. The analysis of economic security the service providing by security in modern conditions.</i>	63
<i>Mylenkyi V. The conceptual basis of strategic modeling of socio-economic development of depressed region.</i>	69
<i>Molodid O. The anticrisis management of construction enterprise as an element of economic security.</i>	73
<i>Napora I. The information security of banking institutions as an object of scientific research.</i>	77
<i>Orlik V., Boyko-Gagarin A. The international electronic payment system.</i>	81
<i>Pustovar V. Strategic development of the region on the basis of innovative-investment processes.</i>	87
<i>Radionova N., Duchenko D. Improving the quality of students mastering the material concerning added value taxation.</i>	93
<i>Radionova N., Mazorchuk A. Improving the quality of lectures, on accounting of enterprises fixed assets.</i>	98
<i>Sarana L. The transformation of the inter-sectoral linkages in the agro-industrial complex of the region: the principles of integrated units.</i>	103

<i>Syrota V. Diagnostics of the conditions of economic security of enterprise: problems of methodology.</i>	109
<i>Snigir A. Management of economic security in the tourism industry regions of Ukraine.</i>	114
<i>Soloviev V., Chabanenko D. Financial and economic time series prediction with the use of markov chains.</i>	119
<i>Turchenyak O. Rationale for effective approach to diagnosis financial capital and investment banking automotive enterprises.</i>	128
<i>Cherednychenko V. Problems of express methods of diagnosis economic security of enterprise.</i>	134
<i>Shikova A. Information component of economic security.</i>	140
<i>About the Authors</i>	143

ВІСНИК
ЧЕРКАСЬКОГО
УНІВЕРСИТЕТУ

Серія «Економічні науки»

№ 39 (332) 2014

Відповідальний за випуск

Мігус І.П.

Підписано до друку 26.06.2014. Формат 60x84/16. Гарнітура Таймс
Папір офсет. Ум. друк. арк. 15,0. Тираж 300 пр. Зам. № 7759

Видавець видавничий відділ
Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького

Адреса: 18000, м.Черкаси, бул.Шевченка, 81, кімн. 117,
Тел. (0472) 37-13-16, факс (0472) 37-22-33,
e-mail: vydav@cdu.edu.ua, <http://www.cdu.edu.ua>

Свідоцтво про внесення до державного реєстру
суб'єктів видавничої справи ДК №3427 від 17.03.2009 р.