

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА»**

**БОНДАРЕНКО ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА**

УДК 519.86:330.336.76

**СТРУКТУРНО-АНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ  
ДИНАМІКИ ФОНДОВИХ РИНКІВ**

Спеціальність 08.00.11 – математичні методи,  
моделі та інформаційні технології в економіці

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата економічних наук

**Київ – 2016**

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі інформаційного менеджменту ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана» Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник: кандидат економічних наук, доцент  
**ДЕМ'ЯНЕНКО Володимир Віталійович**,  
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»,  
доцент кафедри інформаційного менеджменту

Офіційні опоненти: доктор економічних наук, професор  
**МАКСИШКО Наталія Костянтинівна**,  
Запорізький національний університет,  
завідувач кафедри економічної кібернетики

кандидат економічних наук, доцент  
**СОЛОВЙОВА Вікторія Володимирівна**,  
Черкаський навчально-науковий інститут  
Державного вищого навчального закладу  
«Університет банківської справи»,  
доцент кафедри фінансів і кредиту

Захист відбудеться «\_\_» вересня 2016 р. о 12 годині 30 хвилин на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.006.07 у ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана» за адресою: 03680, м. Київ, проспект перемоги, 54/1, ауд. 203.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана» за адресою: 03113, м. Київ, вул. Дегтярівська, 47-г, ауд. 601.

Автореферат розісланий «\_\_» серпня 2016 року.

**Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
кандидат економічних наук, доцент**

**С.С. Ващаєв**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Розвиток фондового ринку України визначає загальний рівень розвитку економіки та її відкритість для встановлення взаємовідносин між країнами з метою здійснення сучасних фінансових операцій. Ефективність прийняття інвестиційних рішень під час діяльності на фондовому ринку України – основний чинник зацікавленості в ньому інвесторів. Вдосконалити ці процеси дозволяє застосування сучасних систем моніторингу, заснованих на базі різноманітних економіко-математичних методів і моделей. При цьому кожен з суб'єктів фондового ринку під час професійної діяльності стикається з характерним спектром проблем, як то: обрання методів оброблення та перетворення первинної інформації, моделювання та прогнозування, а також інтерпретації одержаних результатів, що враховують нестабільність та мінливість динаміки фінансових показників.

Значний внесок у дослідження фондових ринків зробили зарубіжні вчені Ф. Блек, М. Шоулс, Г. Марковіц, У. Шарп, Е. Петерс, Д. Сорнетте, Дж. Стігліц, Дж. Тобін, І. Фаме. Серед вітчизняних вчених значну увагу аналізу і моніторингу фінансових систем взагалі та фондових ринків зокрема приділяють В. Галіцин, О. Суслов, В. Вітлінський, Н. Максишко, В. Соловйов, В. Соловйова, Н. Костіна, Ю. Лисенко, І. Огірко, В. Порожня, С. Рамазанов, Л. Сергєєва, В. Юринець, О. Ястремський та ін.

Аналіз літературних джерел свідчить, що частіше за все для дослідження мінливості фондових ринків використовуються моделі авторегресійної умовної гетероскедастичності. Однак, цим моделям притаманна низка недоліків, головним з яких слід вважати втрату стійкості моделі при зростанні рівня її складності. Цей недолік притаманний всім структурним моделям, що містять в собі компоненту «довгої пам'яті» (тобто авторегресійну складову). Позбавитись таких проблем дають змогу аналітичні моделі, зокрема побудовані з використанням сплайнів. Що стосується залучення аналітичних методів до економіко-математичного моделювання динаміки фондових ринків, то на сьогодні цей аспект розглянутий недостатньо і потребує додаткових досліджень. Тому набуває актуальності економічна задача, що вирішується в межах дисертації, та полягає в аналізі мінливості економічної динаміки фондових ринків за допомогою комплексу існуючих і новітніх структурно-аналітичних моделей, прогнозуванні її розвитку, а також удосконаленні процесів прийняття рішень суб'єктами фондового ринку України шляхом застосування відповідної системи моніторингу.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація виконана згідно з планом науково-дослідних робіт кафедри інформаційного менеджменту ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана» за темами «Проблеми розбудови інформаційного менеджменту об'єктів соціально-економічних систем України» (державний реєстраційний номер 0106U007081) та «Проблеми управління інформаційними технологіями в соціально-економічних системах України» (державний реєстраційний номер 0116U001607). Особисто автором розроблено концептуальні засади моделювання динаміки фондових ринків, концепцію її аналізу, моделювання, діагностики та прогнозування, математичні методи моделювання динаміки фондових ринків у контексті

дослідження волатильності, систему моніторингу динаміки фондових ринків, її концептуальну модель, інформаційно-аналітичне та програмне забезпечення.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертації є вдосконалення та подальший розвиток науково-методичних засад дослідження, моделювання і прогнозування динаміки фондових ринків на основі створення нового концептуального підходу, заснованого на використанні структурно-аналітичних моделей, та побудови системи моніторингу фондового ринку.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення таких завдань:

проаналізувати особливості функціонування та динаміки фондового ринку як об'єкта дослідження;

на основі аналізу динаміки фондового ринку визначити основні індикатори, що характеризують його як нестационарну складну систему;

дослідити властивості волатильності індексів цінних паперів як нестационарного процесу, а також підходи до її моделювання на базі структурних та альтернативних методів;

здійснити експериментальне дослідження можливості практичного застосування аналітичних та структурно-аналітичних методів для моделювання нестационарних процесів;

здійснити моделювання динаміки фондового ринку як нестационарної складної системи на базі структурних, аналітичних та структурно-аналітичних методів;

здійснити порівняльний аналіз результатів моделювання мінливої динаміки фондових ринків стандартними та альтернативними методами для вдосконалення результатів її прогнозування, а отже – підвищення якості інвестиційних рішень;

розробити концептуальну модель, інформаційно-аналітичне та програмне забезпечення системи моніторингу динаміки фондового ринку, використовуючи комплекс досліджених та розроблених моделей.

*Об'єктом дослідження* є динамічні процеси та їх індикатори на фондових ринках.

*Предметом дослідження* є теоретичні засади, економіко-математичні методи і моделі дослідження динаміки фондових ринків.

*Методи дослідження.* Методологічною основою дослідження є економічна теорія, теорія фінансів, теорія ризик-менеджменту, загальна теорія моделювання економічних систем і процесів, основи теорії систем та інформації, наукові праці провідних вчених із проблем моделювання динаміки фондового ринку.

Теоретичні та прикладні дослідження здійснювались за допомогою методів системного аналізу, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії випадкових процесів, економетрії, економіко-математичного моделювання та прогнозування, оптимізаційних методів та моделей, структурного моделювання, проектування інформаційних систем і технологій.

*Інформаційною базою дослідження* є основні форми бухгалтерської звітності, закони України та нормативно-правові акти органів законодавчої та виконавчої влади, інформація Державної служби статистики України, інформація міжнародних та вітчизняних фондових бірж, ресурси служби розкриття інформації на фондовому ринку України, інформаційно-довідкові посібники, наукові публікації, ресурси мережі Інтернет.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У дисертації здійснено узагальнення та подальший розвиток теоретичних засад, а також розроблення інструментарію моделювання динаміки фондових ринків та її моніторингу, зокрема: *удосконалено:*

концептуальні положення дослідження динаміки фондових ринків на базі використання запропонованого комплексу структурно-аналітичних моделей, які на відміну від наявних мають гнучку структуру, не потребують накладання додаткових умов на їх використання, не завищують оцінки порівняно з реальними рядами даних та в результаті застосування швидше реагують на різкі зміни показників у часі;

систему класифікації показників динаміки фондових ринків, яка на відміну від наявних являє собою більш узагальнену багаторівневу сукупність та містить такі елементи системи класифікації індексів фондового ринку, як рівень економіки та формування індексу, джерело отримання даних, метод обчислення;

інформаційне забезпечення моделювання динаміки фондових ринків шляхом створення структурної моделі отримання і аналізу інформації в процесі оцінювання волатильності фондових ринків, що на відміну від наявних систем являє собою узагальнену та деталізовану форму інтерпретації сутності та особливостей волатильності фондових ринків як складного мінливого процесу;

*дістали подальшого розвитку:*

інструменти економіко-математичного моделювання динаміки фондових ринків шляхом структуризації, порівняльного аналізу та вдосконалення структурних та аналітичних моделей, що на відміну від наявних являє собою узагальнений та впорядкований залежно від рівня складності комплекс моделей і методів;

система моніторингу динаміки фондових ринків шляхом створення і практичної реалізації в її складі нових моделей, що на відміну від наявних досліджень у цьому напрямі являє собою комплексний прикладний інструментарій здійснення діагностики і прогнозування стану та динаміки ринку у разі виникнення змін на ньому.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у створенні та впровадженні системи моніторингу динаміки фондових ринків на базі вітчизняних підприємств та банківських установ.

Практичні рекомендації стосовно: формування стратегії зовнішньої політики впроваджені в практику діяльності Криворізького відділення ПАТ «А-банк» (довідка № 113 від 25.11.2014 р.); планування економічного розвитку організації впроваджені в практику діяльності ТОВ «Спецформатсервіс» (довідка № 487 від 19.05.2015 р.); вдосконалення процесів прийняття рішень у сфері контрагентних відносин впроваджені в практику діяльності Криворізького відділення АТ «УкрСибБанк» (довідка № 548 від 02.11.2015 р.). Результати дисертації також використовуються в навчальному процесі кафедрою інформаційного менеджменту ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана» при викладанні дисципліни «Системи моніторингу» (довідка від 24.09.2015 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є самостійно виконаною науковою працею. Подані до захисту результати розроблені автором самостійно і відображені в його наукових працях. Із наукових праць, опублікованих у співавторстві, в дисертації використано ідеї та положення, які належать автору.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати дослідження апробовані у формі доповідей, обговорені та одержали позитивну оцінку на 6 міжнародних і 3 всеукраїнських конференціях: I Всеукраїнська науково-практична конференція «Проблеми трансформаційної економіки» (м. Кривий Ріг, 25–26 квітня 2008 р.); I Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем» (м. Харків, 9–10 квітня 2009 р.), II Всеукраїнська науково-практична конференція «Проблеми трансформаційної економіки» (м. Кривий Ріг, 24–25 квітня 2009 р.); XIV Всеукраїнська науково-методична конференція «Проблеми економічної кібернетики» (м. Харків, 8–9 жовтня 2009 р.); II Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем» (м. Харків, 8–9 квітня 2010 р.), V Міжнародна науково-практична конференція «Трансформаційні процеси в економіці держави та регіонів» (м. Запоріжжя, 13–14 жовтня 2010 р.); IV Міжнародна наукова конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Комп'ютерні науки та інженерія 2010 (CSE-2010)» (м. Львів, 25–27 листопада 2010 р.); I Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні соціально-економічні системи: тенденції розвитку» (м. Кривий Ріг, 12–14 травня 2011 р.), II Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні соціально-економічні системи: тенденції розвитку» (м. Кривий Ріг, 12–14 травня 2016 р.).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 19 наукових праць загальним обсягом 4,0 друк арк., з них 9 – у наукових фахових виданнях, 1 – у науковому фаховому виданні, що входить до міжнародних наукометричних баз, 9 – в інших виданнях.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг роботи 189 сторінок. У дисертації міститься 13 таблиць на 10 сторінках, 49 рисунків на 44 сторінках, 3 додатки на 9 сторінках. Список використаних джерел містить 197 найменувань.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ**

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, визначено мету, задачі, об'єкт, предмет і методи дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено перелік конференцій, на яких здійснена їх апробація, структуру та обсяг дисертації.

У **розділі 1 «Теоретичні засади дослідження фондового ринку»** з метою вдосконалення та подальшого розвитку процесів моделювання динаміки фондових ринків розроблена концепція її моделювання, сутність та методи реалізації кожного з етапів і блоків якої послідовно розглядаються у процесі дослідження (рис. 1).

Особливість концепції полягає у тому, що вона передбачає використання у процесі дослідження динаміки фондових ринків новітніх структурно-аналітичних моделей і системи її моніторингу, доповненої функціями діагностики і прогнозування стану ринку.

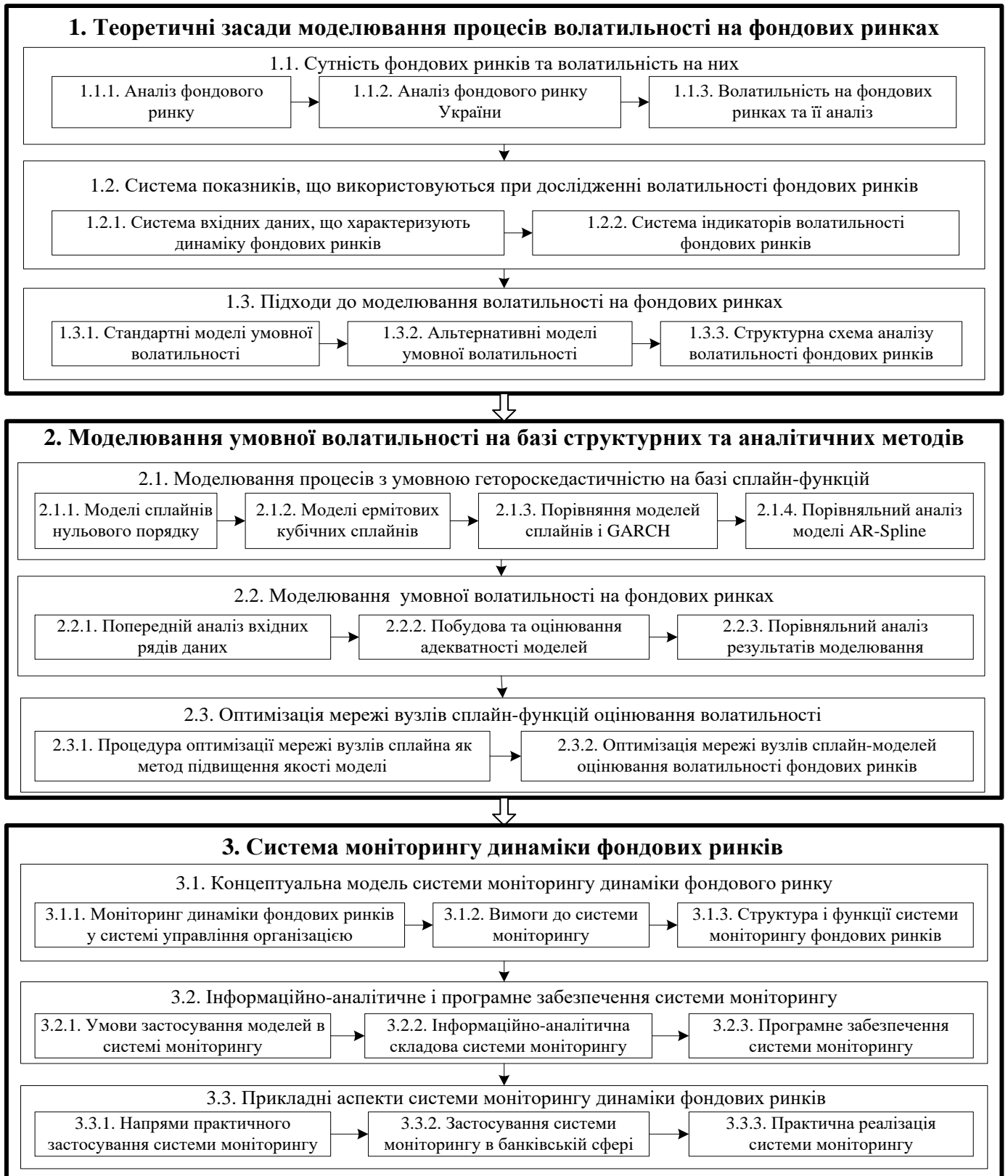


Рис. 1. Концептуальна модель дослідження динаміки фондових ринків

Джерело: розроблено автором

Концепція моделювання динаміки фондового ринку дає цілісне уявлення про сутність нестационарних процесів, що відбуваються на ринку, особливості їх протікання, всебічний аналіз у процесі здійснення моніторингу.

В процесі розроблення теоретичних засад моделювання динаміки фондового ринку сформульовані концептуальні положення її аналізу як об'єкта моделювання,

проаналізована система показників, що використовуються при дослідженні волатильності фондових ринків. Запропоновано розрізняти показники, що характеризують динаміку фондового ринку, в залежності від рівня економіки, на якому вони утворюються – з мікрорівня (індекси (котирування) акцій цінних паперів окремої організації) до мегарівня (міжнародні індекси групи ринків або країн). Для проведення якісного аналізу волатильності фондового ринку виконано детальне дослідження вхідної інформації, підходів, методів та моделей, які застосовуються його суб'єктами під час здійснення фінансових операцій. Здійснено структурування процесу моделювання динаміки фондових ринків і класифікацію методів збирання інформації (рис. 2).



Рис. 2. Структурна модель аналізу волатильності фондових ринків

Джерело: розроблено автором

Виконане дослідження дало змогу визначити можливість, необхідність та раціональність використання альтернативних методів моделювання волатильності фондових ринків як такої, що наділена властивостями нестационарності часових рядів. Реалізація концепції моделювання динаміки фондових ринків сприятиме вдосконаленню процесу прийняття рішень суб'єктами фінансового планування та управління у процесі здійснення фінансових операцій на фондовому ринку та формування зовнішньої політики при виборі перспективних напрямів інвестування, оцінювання конкурентів, виборі партнерів тощо.



**Розділ 2 «Моделювання умовної волатильності на базі структурних і аналітичних методів»** присвячено виконанню завдань, сформульованих у другому блоці концепції.

Встановлено, що для показників динаміки фондових ринків характерним є явище «кластеризації волатильності», яке в економетричній практиці прийнято описувати моделями умовної гетероскедастичності. Вони належать до класу структурних моделей, яким притаманні певні недоліки, що накладає обмеження на їх використання: степінь авторегресійної складової в них повинна бути нижчих порядків. Аналітичні моделі, зокрема сплайни, позбавлені цих недоліків і є значно зручнішими у використанні. Але в той же час вони потребують неодноразової експериментальної реалізації для встановлення оптимального інтервалу згладжування. Позбавитись цих складнощів дозволяє метод оптимізації мережі вузлів сплайна. Враховуючи особливості процесів, що відбуваються на фондових ринках, не можна нехтувати тим, що вони володіють пам'яттю та спираються на дані, закладені в історії динамічного ряду. Тому доцільним є поєднання структурних та аналітичних моделей і створення принципово нового підходу до моделювання волатильності фондових ринків. Саме такий підхід реалізовано в дисертації та запропоновано для проведення моніторингу волатильності фондових ринків.

У роботі здійснено експериментальне дослідження на базі випадково згенерованих значень, що імітують динамічні ряди даних, містять постійну компоненту, виражену поліноміальною або авторегресійною залежностями, та наділені властивостями нестационарності дисперсії залишків. Саме тому такі інформаційні масиви обрано як умовні аналоги реальних рядів волатильності динаміки фондових ринків. Спочатку була реалізована модель на основі базисного сплайна нульової степені. Характерною особливістю цієї форми сплайна є те, що при обчисленні параметрів за методом найменших квадратів відбувається відновлення середніх значень інтерпольованої функції. У такому разі базисні сплайни відновлюють інтервальні значення дисперсії залишків, яка є одним з індикаторів оцінювання волатильності. Такий сплайн має вигляд:

$$S_0(x) = \sum_{j=0}^R a_j B_{j,0}(x), \quad B_{j,0}(x) = \begin{cases} 0, & x \in (-\infty; x_0); \\ 1, & x \in [x_0; x_R]; \\ 0, & x \in [x_R; \infty). \end{cases}$$

де  $B_{j,0}(x)$  – локальні базисні функції сплайнів нульового порядку;  $a_j$  – вагові коефіцієнти базисних функцій при формуванні сплайна;  $x$  – вузлові точки сплайна;  $j$  – індекс вузлової точки сплайна, що змінюється відповідно до заданого інтервалу інтерполяції;  $R$  – кількість вузлів інтерполяції.

Послідовність етапів побудови такої сплайн-моделі: завантаження та попереднє оброблення ряду вхідних даних; детрендування обробленого ряду даних та формування ряду залишків; обчислення ряду квадратів залишків; побудова базисного сплайну нульової степені для ряду залишків; побудова базисного сплайну нульової степені для ряду квадратів залишків; побудова моделі сплайн-дисперсії залишків на основі отриманих базисних сплайнів нульової степені, яка має вигляд:

$$[\sigma_{S_0(x)}]^2 = S_{0,\varepsilon^2}(x) - [S_{0,\varepsilon}(x)]^2, \quad x \in [x_0, x_R),$$

де  $[\sigma_{S_0(x)}]^2$  – сплайн-модель дисперсії залишків на основі базисних сплайнів нульової степені, яку надалі позначатимемо як  $\sigma_{spl_0}^2$ ;  $S_{0,\varepsilon^2}(x)$  – сплайн-модель математичного сподівання квадратів залишків, отримана за допомогою базисної сплайн-функції нульового порядку;  $[S_{0,\varepsilon}(x)]^2$  – квадрати сплайн-моделі математичного сподівання залишків, отримані за допомогою базисної сплайн-функції нульового порядку;  $\{\varepsilon\}$  – множина значень детрендованих залишків вхідного динамічного ряду  $\{y\}$ .

Кожне зі значень ряду детрендованих залишків знаходиться за виразом:

$$\varepsilon_t = (y_t - y_{t-1}) - U_t; \quad t = \overline{2; n},$$

де  $t$  – індекс елемента вхідного динамічного ряду, що характеризує часовий момент спостереження;  $U_t$  – відповідні значення лінійного тренду, обчисленого для ряду залишків;  $n$  – довжина динамічного ряду вхідних даних.

Надалі в роботі були застосовані ермітові кубічні сплайни для побудови моделі дисперсії залишків експериментальних рядів, оскільки ці функції є простими в застосуванні та мають кращі апроксимаційні властивості порівняно з іншими згладжувальними функціями. Процедура побудови такої моделі відрізняється від попередньої тим, що сплайн застосовується для ряду квадратів детрендованих залишків та обчислюється за формулами:

$$S_{3,\varepsilon^2}(x) = \sum_{j=0}^R \varepsilon_j^2 \tilde{X}_j(x), \quad x \in [x_0, x_R), \quad \tilde{X}_j(x) = \begin{cases} X_{0,j-1}(x), & x \in [x_{j-1}, x_j), \\ X_{1,j}(x), & x \in [x_j, x_{j+1}), \\ X_{2,j+1}(x), & x \in [x_{j+1}, x_{j+2}), \\ X_{3,j+2}(x), & x \in [x_{j+2}, x_{j+3}), \\ 0, & x \notin [x_{j-1}, x_{j+3}), \end{cases}$$

де  $\varepsilon_j^2$  – значення ряду квадратів детрендованих залишків у вузлах інтерполяції;  $\tilde{X}_j(x)$  – функція форми сплайна.

З метою вдосконалення результатів моделювання умовної волатильності фондових ринків запропоновано модифікацію базової моделі умовної гетероскедастичності GARCH. У ній квадрати минулих дисперсій характеризують авторегресійну складову (AR), яка пояснює прояви періодичності та різкі зміни дисперсії залишків у досліджуваному ряді, а квадрати минулих реалізацій випадкової величини інтерпретуються як повільно змінний процес або загальна тенденція її зміни та описуються процесами на основі ковзної середньої (MA). В той же час MA-процеси є процедурою відновлення середнього значення на заданому інтервалі досліджуваного ряду, тоді як сплайн-функції також апроксимують значення за середнім. Отже, відповідно до аналогії MA-процесу та сплайн-функції, існує можливість повної заміни першої останньою. Тому в моделі GARCH значення,

відображені MA-складовою, замінено сплайн-функцією, зокрема – ермітовим кубічним сплайном. У результаті отримано модель, яку умовно названо «AR-spline»:

$$\sigma_{[S_{3,\varepsilon^2}]_t}^2 = k + \sum_{i=1}^p G_i \sigma_{t-i}^2 + S_{3,\varepsilon^2}(x), \quad x \in [x_0, x_R),$$

де  $\sigma_{[S_{3,\varepsilon^2}]_t}^2$  – сплайн-модель умовної дисперсії залишків, яку надалі позначатимемо

як  $\sigma_{AR-spline}^2$ ;  $k, G$  – невідомі параметри моделі;  $\sigma_{t-i}^2$  – значення дисперсії для попередніх періодів  $i$ , де  $i \in [1, p]$ ;  $S_{3,\varepsilon^2}(x)$  – сплайн-модель квадратів залишків на базі кубічних ермітових сплайнів.

Перевагою запропонованої моделі «AR-spline» порівняно з базовою моделлю GARCH є використання сплайну невисокої (третьої) степені. До того ж, умову стаціонарності процесу треба враховувати лише для авторегресійної компоненти, що підвищує рівень стійкості моделі. Апробацію моделі проведено за допомогою випадково згенерованих рядів аналогічно з попередніми дослідженнями. Після здійснення оброблення вхідних даних та обчислення параметрів сплайну для ряду квадратів залишків на основі локальних кубічних ермітових сплайнів проводяться такі операції: знаходження різниць між рядом квадратів залишків та сплайном; перевірка ряду різниць на наявність авторегресійної складової та виявлення лагу авторегресії; обчислення параметрів авторегресійної компоненти для отриманих різниць; поєднання сплайну та авторегресії в єдину модель. Всі побудовані моделі перевірені на адекватність, а також проведений їх порівняльний аналіз у табличному і графічному вигляді. Програмну реалізацію всіх описаних моделей виконано на базі засобів Matlab. Створені автором алгоритми були використані для моделювання волатильності динамічних рядів фондових індексів різних країн світу та України. Слід наголосити, що сплайн більш швидко реагує на різкі зміни показників, у той час як GARCH-модель в силу збереження «довготривалої пам'яті» показника реагує на зміни з більшою затримкою та дає завищені оцінки порівняно з реальними рядами даних. Найкращі властивості апроксимації виявила модель «AR-spline».

Для підвищення якості побудованих сплайн-моделей волатильності з фіксованою мережею вузлів здійснено оптимізацію розташування її вузлів на основі двох процедур: послідовної побудови сплайна з розстановкою вузлів і контролем залишків на випадковість за непараметричним критерієм інверсій; послідовної оптимізації положення внутрішніх вузлових точок методом покоординатної оптимізації. Внаслідок цього виявлено, що важливе значення має частота розташування вузлів сплайнів: при збільшенні їх кількості отримано модель, більш наближену до фактичних даних, і навпаки, при їх зменшенні отримано більш згладжену функцію, що виявляє основну тенденцію досліджуваного процесу.

Оскільки в процесі аналізу ризику цінного папера найчастіше використовують коефіцієнт  $\beta$ , що характеризує залежність між доходністю ринку та цінного паперу, запропоновані методи моделювання волатильності застосовані також і для його обчислення за модифікованими формулами:

$$\beta = \frac{\text{cov}(\pi, r)}{\sigma_{spl}^2} \text{ та } \beta = \frac{\text{cov}(\pi, r)}{\sigma_{AR-spline}^2},$$

де  $\text{cov}(\pi, r)$  – коваріація дохідності цінного папера  $\pi$  та ринку  $r$ ;  $\sigma_{spl}^2$ ,  $\sigma_{AR-spline}^2$  – відповідно сплайн-дисперсія та «AR-spline» дисперсія волатильності ринку. Отже, за рахунок залучення сплайн-апарату до аналізу волатильності вдосконалено методи економетричного моделювання і прогнозування фондових ринків.

**Розділ 3 «Система моніторингу динаміки фондових ринків»** присвячений побудові та практичній реалізації системи дослідження, аналізу, моніторингу і прогнозування волатильності фондових ринків. Для можливості обрання серед різноманіття стандартних і альтернативних методів аналізу волатильності розроблено систему моніторингу, спрямовану на комплексне дослідження динаміки фондових ринків, модель якої наведена на рис. 3.

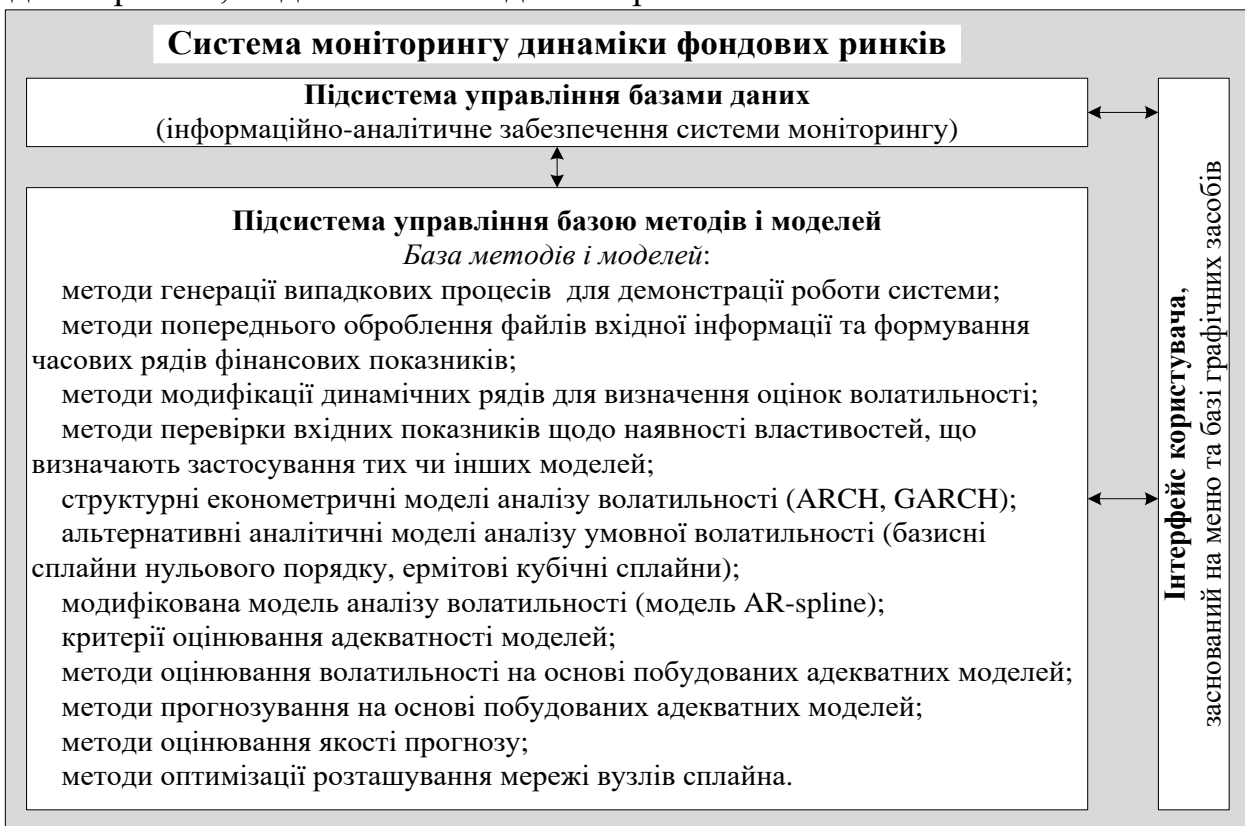


Рис. 3. Концептуальна модель системи моніторингу динаміки фондових ринків  
*Джерело:* розроблено автором

Об'єктом моніторингу є динаміка світового фондового ринку, його окремих секторів за галузями або рівнем розвитку, національні фінансові системи та їх відображення у фондових індексах країн, індекси цінних паперів окремих компаній різних форм власності. Спостереженню підлягають не статичні або повільно мінливі характеристики фондового ринку, а показники та індикатори, що характеризують їх волатильність.

Розроблено процедуру аналізу, діагностики та прогнозування волатильності в системі моніторингу динаміки фондових ринків, що складається з таких етапів: завантаження і попереднє оброблення вхідних даних (форматування, видалення пропусків, упорядкування, детрендування); створення рядів залишків та їх перевірка на умовну гетероскедастичність; побудова моделей волатильності на базі моделі

GARCH або сплайн-моделей у залежності від виявлених властивостей; перевірка адекватності та порівняльний аналіз отриманих результатів; побудова та оцінювання якості прогнозу; повторення процедури або її завершення в залежності від якості отриманих результатів та мети дослідника. У межах процедури визначено, що *на вході системи моніторингу* знаходяться інформаційні масиви даних щодо динаміки досліджуваних фінансових показників (фондових індексів, котирувань акцій тощо), а *на виході* – значення оцінок волатильності досліджуваних показників, отримані в результаті застосування моделей функціонального блоку системи (рис. 4).

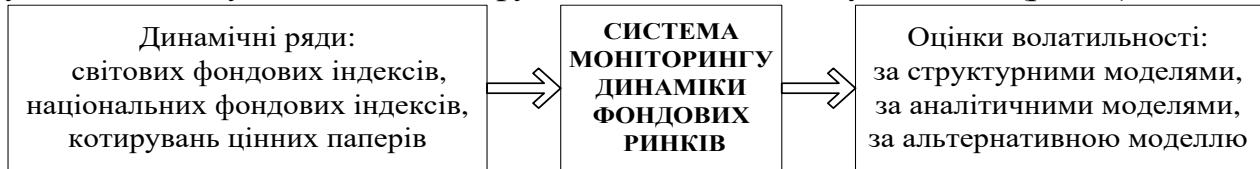


Рис. 4. Вхідні та вихідні потоки системи моніторингу

Джерело: розроблено автором

Для реалізації процедур роботи з інформацією в складі системи моніторингу створено підсистему його інформаційно-аналітичного забезпечення (рис. 5).



Рис. 5. Структурна модель функціонування інформаційно-аналітичного забезпечення системи моніторингу динаміки фондових ринків

Джерело: розроблено автором

Дієвість запропонованої системи моніторингу доведена способом реалізації її прикладних аспектів на прикладі ПАТ «А-Банк» та динамічного ряду курсу його акцій за котируваннями фондової біржі ПФТС.

Користувач системи моніторингу має можливість застосування різних моделей волатильності, їх графічної інтерпретації (рис. 6), а також отримання графіків відхилень модельних значень від фактичних.

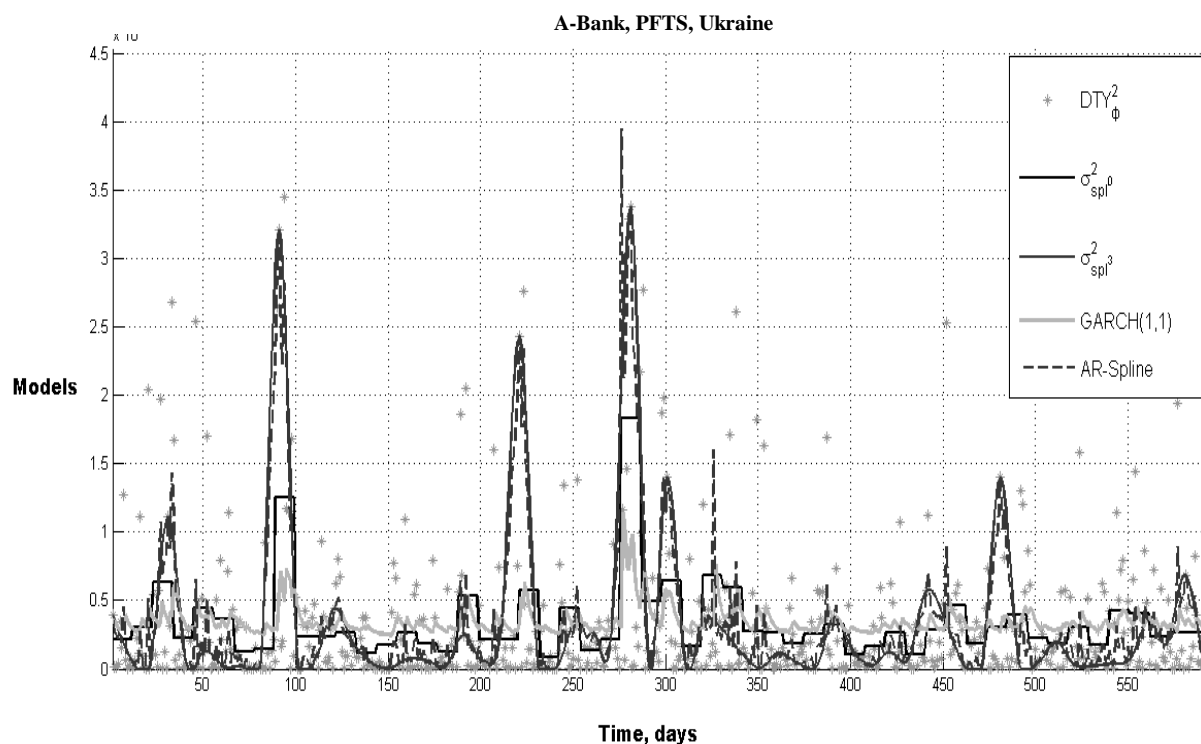


Рис. 6. Порівняння різних моделей для аналізу динаміки волатильності курсу акцій банку «А-Банк»

Джерело: розраховано автором за даними (режим доступу: <http://www.investfunds.ua>)

Користувачеві надається можливість табличної інтерпретації результатів аналізу адекватності побудованих моделей (табл. 1).

Таблиця 1

Показники адекватності оцінок моделей волатильності курсу акцій «А-Банку»

№ п/п	Назва критерію	Сплайн нульового порядку	Кубічний ермітів сплайн	GARCH-модель	«AR-spline» модель
1	2	3	4	5	6
1	Тест Льюнга – Бокса для: - 10 лагів - 20 лагів - 50 лагів	1.0000 0.0000 0.0000	1.0000 0.0000 0.0000	0.0000 0.0000 0.0000	1.0000 0.0000 0.0000
2	Критерій Дарбіна-Ватсона	0.7845	0.8752	0.5715	0.9846
3	Асиметрія	4.6465	1.5145	6.1341	1.5145
4	Експес	48.9576	25.7250	66.6463	25.7250
5	Сума квадратів похибок SSE	1.0e-005 *0.2261	1.0e-005 *0.3275	1.0e-005 *0.2721	1.0e-005 *0.1823

Джерело: розраховано автором за даними (режим доступу: <http://www.investfunds.ua>)

Також система моніторингу дозволяє здійснити розрахунок модифікованого бета-коефіцієнта. В табл. 2 наведений рейтинг привабливості іноземних фондових ринків для банку «А-Банк» у залежності від зростання значення бета-коефіцієнта.

Згідно із сформованим рейтингом, найбільш привабливим для інвестицій є фондовий ринок США, причому інвестиції в цінні папери перших чотирьох ринків – США, Росії, Китаю та Великобританії – є захисними.

## Рейтинг інвестиційної привабливості іноземних фондових ринків для «А-Банку»

№ п/п	Найменування індексу	Значення бета-коефіцієнта			
		За моделлю сплайну нульового порядку	За моделлю кубічного ермітового сплайна	За моделлю GARCH	За моделлю «AR-spline»
1	S&P500, США	1.0e-003 * -0.1057	1.0e-003 * -0.0807	1.0e-003 * -0.0960	1.0e-003 * -0.0965
2	PTC, Росія	1.0e-004 * -0.9991	1.0e-004 * -0.8830	1.0e-004 * -0.9150	1.0e-004 * -0.9156
3	SSE, Китай	1.0e-004 * -0.5045	1.0e-004 * -0.8084	1.0e-004 * -0.4765	1.0e-004 * -0.4590
4	FTSE, Великобританія	1.0e-004 * -0.1009	1.0e-004 * -0.0937	1.0e-004 * -0.0894	1.0e-004 * -0.0917
5	DAX, Німеччина	1.0e-003 * 0.1704	1.0e-003 * 0.2401	1.0e-003 * 0.1546	1.0e-003 * 0.1574
6	Nikkei, Японія	1.0e-003 * 0.1761	1.0e-003 * 0.1958	1.0e-003 * 0.1568	1.0e-003 * 0.1597

*Джерело:* розраховано автором за даними (режим доступу: <http://www.investfunds.ua>)

Найбільшу ризикованість мають інвестиції в цінні папери Японського фондового ринку, але, в той же час, це може означати їх більш високу прибутковість.

Отже, створена система моніторингу дає змогу поєднати декілька методів моделювання та залучити досвід експерта в галузі фондових ринків для підвищення обґрунтованості рішень, що приймаються. Система моніторингу може бути використана суб'єктами фондового ринку в таких напрямках: моніторинг динаміки фондового ринку з метою надання інформації про його оперативний стан і зміни в найближчому майбутньому; моніторинг інвестиційного портфеля цінних паперів; моніторинг впливу критичних явищ та процесів на учасників фондового ринку.

## ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукового завдання, що виявляється в удосконаленні та подальшому розвитку науково-методичних засад дослідження, моделювання і прогнозування динаміки фондових ринків. Проведене дослідження дало змогу зробити такі висновки.

1. В результаті дослідження сутності, переваг і недоліків підходів до аналізу особливостей функціонування і динаміки фондового ринку, а саме: фундаментального, технічного та ймовірнісного, встановлено, що технічний аналіз у поєднанні з ймовірнісним має певні переваги порівняно з фундаментальним. Тому в роботі дослідження проводяться на основі методів технічного аналізу.

З метою розвитку теорії та вдосконалення практики дослідження динаміки фондових ринків розроблено концепцію її моделювання, яку структуровано у вигляді концептуальної моделі. Вона є логічною схемою дисертації.

2. В результаті дослідження визначень, вимірників, індикаторів та моделей волатильності як характеристики мінливої динаміки фондових ринків проведено їх узагальнення, на основі чого розроблено структурну модель аналізу волатильності фондових ринків.

3. В ході дослідження властивостей волатильності фондових ринків та підходів до її моделювання встановлено, що аналітичні моделі, зокрема сплайни,

мають переваги порівняно зі структурними методами моделювання мінливої динаміки фондових ринків. Для демонстрації цього твердження виконано порівняльний аналіз застосування двох методів моделювання волатильності – GARCH і сплайнів.

4. В ході експериментального дослідження було розроблено процедури моделювання нестационарних процесів на основі сплайн-функцій з урахуванням особливостей вхідних рядів даних, що послідовно описують процес побудови сплайн-моделей нульового, третього порядку та функції авторегресії-сплайна. Вони реалізовані програмними засобами MatLab. В результаті виявлено, що GARCH-моделі демонструють гірші результати у порівнянні зі сплайнами. При цьому також встановлено, що в реальних умовах на фондовому ринку нехтувати взагалі авторегресійною складовою в моделі оцінювання волатильності не можна, оскільки вона відображає «пам'ять» динамічного ряду та краще описує особливості, пов'язані з очікуваними змінами та «кластеризацією волатильності». Тому розроблено модель «AR-spline», що поєднує складові розглянутих методів моделювання. Її переваги полягають у використанні сплайну невисокої (максимум третьої) степені, що полегшує процедуру його обчислення. До того ж, умову стаціонарності процесу треба враховувати лише для авторегресійної компоненти, що підвищує рівень стійкості моделі та розширює можливості моделювання.

5. В ході дослідження було виконано моделювання волатильності фондових ринків різних країн світу та України як індикатора їх мінливої динаміки на основі досліджених та розроблених моделей. В результаті встановлено, що «AR-spline» модель демонструє найкращі результати моделювання порівняно з іншими, застосованими в роботі, і може бути використана на практиці як екстраполяційна функція аналітиками, менеджерами та фондовими трейдерами.

6. Проведення порівняльного аналізу результатів моделювання мінливої динаміки фондових ринків на базі запропонованого комплексу моделей дозволило встановити, що при використанні сплайнів слід враховувати ряд параметрів, істотно впливаючих на якість моделі. Це кількість і розташування вузлів сплайна. В залежності від мети моделювання та для отримання коротко- чи довгострокових прогнозів волатильності фінансових показників можна обирати різні види сплайн-функцій та кількість вузлів інтерполяції, проводячи при цьому процедуру оптимізації мережі вузлів сплайна, що також дає змогу підвищити адекватність результатів моделювання динаміки фондового ринку та якість прогнозів.

7. На базі інструментарію аналізу та прогнозування волатильності фондових ринків створено систему моніторингу. В її складі розроблено процедуру аналізу даних, діагностики та прогнозування. Описано архітектуру створеної системи, яка у повній мірі відображає її сутність, відповідає вимогам системного аналізу та проектування інтелектуальних інформаційно-аналітичних систем. В складі розробленої системи детально описано її інформаційно-аналітичне та програмне забезпечення. Розроблено концептуальну модель створеної системи, яка відображає логіку роботи системи згідно із створеними процедурою здійснення моніторингу та архітектурою системи. Виконано практичну реалізацію створеної системи моніторингу на базі банківської організації, оскільки вважаючи на сьогоденні реалії найбільш прийнятною та доступною сферою для її впровадження є саме банківські



установи як найбільш динамічний сектор фінансової системи України, що постійно знаходиться під впливом мінливості фондового ринку.

## ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*У наукових фахових виданнях:*

1. Бондаренко О.О. Сплайн-модель фінансово-економічних рядів у GARCH-аналізі / О.О. Бондаренко, І.В. Шелевицький // *Бизнес-информ: научный информационный журнал*. – Харьков, 2009. – Вып. 2 (1). – С. 56–60. – (0,4 друк. арк., особисто автору – 0,3 друк. арк., аналіз сутності та обґрунтування доцільності застосування сплайнів у моделюванні умовних гетероскедастичних процесів).
2. Бондаренко О.О. Проблеми інтерполяції при моделюванні умовної гетероскедастичності індикаторів фінансового ринку / О.О. Бондаренко, І.В. Шелевицький, Т.М. Берідзе // *Бизнес-информ: научный информационный журнал*. – Харьков, 2010. – Вып. 4 (1). – С. 136–140. – (0,3 друк. арк., особисто автору – 0,2 друк. арк., аналіз проблем використання сплайнів у економетричних дослідженнях).
3. Бондаренко О.О. Порівняльний аналіз застосування сплайнів і GARCH-моделей для дослідження показників волатильності / О.О. Бондаренко, І.В. Шелевицький, В.В. Кононенко // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал*. – Луганськ, 2011. – Вып. 2 (156). – Ч. 1. – С. 34–40. – (0,4 друк. арк., особисто автору – 0,3 друк. арк., реалізація і порівняння моделей оцінювання волатильності).
4. Бондаренко О.О. Сплайни в методах рішення нелінійних економіко-математичних задач / О.О. Бондаренко, В.В. Кононенко, Д.О. Пирх, С.В. Тищенко // *Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ: науковий журнал*. – Кривий Ріг, 2011. – Вып. 4 (28). – С. 72–77. – (0,4 друк. арк., особисто автору – 0,2 друк. арк., аналіз результатів застосування сплайнів у нелінійних економіко-математичних задачах).
5. Бондаренко О.О. Моделювання волатильності фондових індексів різних країн світу та України / О.О. Бондаренко, В.В. Кононенко // *Формування ринкової економіки в Україні. Серія економічна: збірник наукових праць*. – Львівський національний університет ім. І. Франка. – Львів, 2011. – Вып. 25. – С. 127–131. – (0,3 друк. арк., особисто автору – 0,2 друк. арк., реалізація та порівняльний аналіз результатів моделювання волатильності динаміки фондових ринків).
6. Бондаренко О.О. Оптимізація параметрів моделей оцінки волатильності фондових індексів світових фінансових ринків / О.О. Бондаренко // *Моделювання та інформаційні системи в економіці: збірник наукових праць*. – КНЕУ ім. В. Гетьмана. – Київ, 2012. – Вып. 86. – С. 169–179. – (0,6 друк. арк.).
7. Бондаренко О.О. Дослідження економічного стану підприємств гірничорудного комплексу Криворізького регіону / О.О. Бондаренко, Т.М. Берідзе // *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля: науковий журнал*. – Луганськ, 2012. – Вып. 10 (181). – С. 31–36. – (0,4 друк. арк., особисто автору – 0,2 друк. арк., практична реалізація моніторингу економічного стану підприємств).
8. Бондаренко О.О. Методи вдосконалення моделі оцінки волатильності фінансових ринків / О.О. Бондаренко, В.В. Кононенко, В.К. Галіцин // *Бизнес-информ: научный информационный журнал*. – Харьков, 2012. – Вып. 4 (411). – С. 195–197. – (0,3 друк. арк., особисто автору – 0,2 друк. арк., обґрунтування доцільності створення та

формулювання альтернативної моделі оцінювання умовної волатильності динаміки фондових ринків).

9. Бондаренко О.О. Концептуальна модель системи моніторингу стану фондових ринків / О.О. Бондаренко, В.В. Дем'яненко // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля: науковий журнал. – Луганськ, 2013. – Вип. 10 (199). – Ч. 1. – С. 42–48. – (0,6 друк. арк., особисто автору – 0,5 друк. арк., створення і опис концептуальної моделі системи моніторингу стану і динаміки фондових ринків).

*У науковому фаховому виданні, що входить до міжнародних наукометричних баз:*

10. Бондаренко Е.А. Прикладные аспекты мониторинга изменчивости фондовых рынков / Е.А. Бондаренко, В.К. Галицын // Бизнес-информ (Ulrichsweb Global Serials Directory (США); Research Papers in Economics (США); Російський індекс наукового цитування (Росія); Index Copernicus (Польща); Directory of Open Access Journals; CiteFactor (США); Academic Journals Database (Швейцарія); Research Bible (Японія); Соціонет (Росія); Open Academic Journals Index; GetInfo (Німеччина); BASE (Німеччина); OpenAIRE (Європейський Союз); SUNCAT Union Catalogue (Велика Британія); COPAC Union Catalogue (Велика Британія); J-Gate (Індія); Open Access Library; Scientific Indexing Services; Advanced Science Index; Академия Google (США); InfoBase Index; WorldCat): научный информационный журнал. – Харьков, 2016. – Вып. 3. – С. 199-204. – (0,6 друк. арк., особисто автору – 0,5 друк. арк.; характеристика, реалізація та інтерпретація результатів застосування системи моніторингу динаміки фондових ринків в банківській сфері).

*В інших виданнях:*

11. Бондаренко О.О. Стан і перспективи розвитку фондового ринку України / О.О. Бондаренко, Т.М. Берідзе, В.А. Мажаєв // Проблеми трансформаційної економіки: збірник наукових тез I Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Кривий Ріг: КФ ДВНЗ «ЗНУ», 2008. – С. 79–82. – (0,1 друк. арк., особисто автору – 0,06 друк. арк., аналіз стану фондового ринку).

12. Бондаренко О.О. Нелінійна революція у фінансах / О.О. Бондаренко, К.А. Кічук // Проблеми трансформаційної економіки: збірник наукових тез I Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Кривий Ріг: КФ ДВНЗ «ЗНУ», 2008. – С. 85–88. – (0,1 друк. арк., особисто автору – 0,06 друк. арк., характеристика сучасного стану фінансової системи).

13. Бондаренко О.О. Використання сплайн-функцій для дослідження особливостей GARCH-процесів у фінансових динамічних рядах / О.О. Бондаренко, І.В. Шелевицький // Проблеми трансформаційної економіки: збірник наукових тез II Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Кривий Ріг: КФ ДВНЗ «ЗНУ», 2009. – С. 28–30. – (0,1 друк. арк., особисто автору – 0,08 друк. арк., аналіз доцільності застосування сплайнів у економетричних дослідженнях).

14. Бондаренко Е.А. Экономико-математические методы анализа устойчивости сложных систем / Е.А. Бондаренко, В.О. Сытай, М.А. Дитятьева // Проблеми трансформаційної економіки: збірник наукових тез II Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Кривий Ріг: КФ ДВНЗ «ЗНУ», 2009. – С. 128–130. – (0,1 друк. арк., особисто автору – 0,06 друк. арк., аналіз сучасних економіко-математичних методів моделювання складних систем).

15. Бондаренко О.О. Моделювання волатильності за допомогою сплайн-функцій з урахуванням ефектів GARCH / О.О. Бондаренко, І.В. Шелевицький // Проблеми економічної кібернетики: тези доповідей XIV Всеукраїнської науково-методичної конференції (Харків, 8-9 жовтня 2009 р.). – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2009. – С. 144–145. – (0,1 друк. арк., особисто автору – 0,08 друк. арк., аналіз моделей оцінювання волатильності динаміки фондових ринків).

16. Бондаренко О.О. Методи моделювання умовної гетероскедастичності волатильності фінансового ринку країни / О.О. Бондаренко // Трансформаційні процеси в економіці держави та регіонів: збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції (Запоріжжя, 13-14 жовтня 2010 р.). – Запоріжжя: ЗНУ, 2010. – С. 153–154. – (0,1 друк. арк.).

17. Бондаренко О.О. Аналіз сучасних методів моделювання волатильності фінансових показників / О.О. Бондаренко, І.В. Шелевицький // Комп'ютерні науки та інженерія 2010 (CSE-2010): збірник матеріалів IV міжнародної наукової конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (Львів, 25-27 листопада 2010 р.). – Львів, 2010. – С. 224-226. – (0,2 друк. арк., особисто автору – 0,18 друк. арк., дослідження і характеристика альтернативних методів моделювання динаміки фондових ринків).

18. Бондаренко О.О. Застосування сплайнів і GARCH-моделей для дослідження умовної волатильності / О.О. Бондаренко, І.В. Шелевицький // Сучасні соціально-економічні системи: тенденції розвитку; збірник наукових праць I міжнародної науково-практичної конференції. – Кривий Ріг: КЕІ ДВНЗ «КНЕУ ім. В. Гетьмана», 2011. – С. 164–166. – (0,1 друк. арк., особисто автору – 0,08 друк. арк., порівняння сучасних і альтернативних методів моделювання умовної волатильності динаміки фондових ринків).

19. Бондаренко О.О. Методологічні аспекти структурно-аналітичного моделювання динаміки фондових ринків / О.О. Бондаренко // Сучасні соціально-економічні системи: тенденції розвитку; збірник наукових праць II міжнародної науково-практичної конференції. – Кривий Ріг: КФ ДВНЗ «ЗНУ», 2016. – С. 63–65. – (0,1 друк. арк.).

## АНОТАЦІЯ

**Бондаренко О.О. Структурно-аналітичне моделювання динаміки фондових ринків. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана», Київ, 2016.

Дисертація присвячена подальшому розвитку теоретичних засад та розробленню інструментарію моделювання динаміки фондових ринків. На основі дослідження сутності, функцій, форм і методів моделювання динаміки фондових ринків обґрунтовано можливість застосування альтернативних підходів до її моделювання та вдосконалено структурні моделі динаміки фондових ринків.

Розроблена концепція моделювання динаміки фондових ринків, яка ґрунтується на принципах системності, формальної логіки, моделювання економічних систем і процесів, економетричного, аналітичного моделювання і

реалізується за такими укрупненими блоками: аналіз теоретичних засад моделювання процесів волатильності на фондових ринках, моделювання умовної волатильності на основі структурних та аналітичних методів, система моніторингу динаміки фондових ринків.

На підвищення практичної значущості наукових результатів спрямована побудова системи моніторингу динаміки фондових ринків з відповідним інформаційним, аналітичним та програмним забезпеченням.

**Ключові слова:** фондовий ринок, динаміка, індикатор, волатильність, структурні моделі, аналітичні моделі, сплайни, система моніторингу.

## АННОТАЦИЯ

**Бондаренко Е.А. Структурно-аналитическое моделирование динамики фондовых рынков. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.11 – математические методы, модели и информационные технологии в экономике. – ГВУЗ «Киевский национальный экономический университет имени Вадима Гетьмана», Киев, 2016.

Диссертация посвящена дальнейшему развитию теоретических принципов и разработке инструментария моделирования динамики фондовых рынков.

Перспективным и действенным направлением исследования волатильности финансовых рынков является экономико-математическое моделирование, методы и подходы которого позволяют изучать и минимизировать риски инвестиционной деятельности.

Заметный эффект от применения таких подходов достигается путем внедрения экономико-математических методов и моделей в современные автоматизированные компьютерные системы анализа и мониторинга рыночных процессов.

На основе исследования сущности, функций, форм и методов моделирования динамики фондовых рынков обоснована возможность применения альтернативных подходов к ее моделированию и усовершенствованы существующие модели, которые описывают динамику современных фондовых рынков.

На сегодняшний день существует небольшое количество инструментов, позволяющих проводить адекватный анализ и оперативный мониторинг процессов, происходящих на отечественном фондовом рынке.

Поэтому в диссертации использованы аналитические методы моделирования и прогнозирования процессов волатильности на фондовых рынках, обладающие рядом преимуществ по сравнению со стандартными методиками, а также предложен новый подход к воплощению таких методик в виде современной системы мониторинга фондовых рынков.

В ходе исследований установлено, что только учет временной структуры данных в реальных экономических процессах позволяет адекватно отразить их в экономико-математических моделях. Поэтому при применении аналитических моделей необходимо учитывать тот факт, что динамическим рядам присуща «Долговременная память», отображаемая авторегрессионной компонентой.

В результате проведенного моделирования установлено, что в условиях украинского фондового рынка «AR-spline» модель демонстрирует лучшие

результаты и может быть применена на практике в качестве экстраполяционной функции аналитиками, менеджерами и фондовыми трейдерами.

При использовании сплайнов необходимо учитывать тот факт, что они имеют ряд параметров, существенно влияющих на качество модели. Это количество и расположение узлов сплайна.

В зависимости от цели моделирования можно выбирать различные виды сплайн-функций и количество узлов интерполяции, проводя при этом процедуру оптимизации сетки узлов сплайна, что также позволяет повысить адекватность результатов моделирования динамики фондового рынка и качество прогнозов.

Разработана концепция моделирования динамики фондовых рынков, которая основывается на принципах системности, формальной логики, моделирования экономических систем и процессов, эконометрического, аналитического моделирования и реализуется по таким укрупненным блокам: анализ теоретических принципов моделирования процессов волатильности на фондовых рынках, моделирование условной волатильности на основе структурных и аналитических методов, система мониторинга динамики фондовых рынков.

На повышение практической значимости научных результатов направлено построение системы мониторинга динамики фондовых рынков с соответствующим информационным, аналитическим и программным обеспечением.

Разработанная автором система мониторинга динамики фондовых рынков сочетает в себе возможности моделирования и прогнозирования на базе эффективных структурно-аналитических инструментов, визуализации справочной и аналитической информации, обладает способностью взаимной трансформации внутренних и внешних форматов данных, благодаря чему позволяет проводить оперативный анализ показателей деятельности фондовых рынков и является «открытой» для усовершенствования ее математического, информационного, программного обеспечения.

Система мониторинга предназначена для анализа, диагностики и прогноза волатильности фондовых рынков и его элементов, что позволяет принимать субъекту отношений на фондовом рынке или руководителю предприятия взвешенные решения для уменьшения рисков, связанных с финансово-инвестиционными операциями.

**Ключевые слова:** фондовый рынок, динамика, индикатор, волатильность, структурные модели, аналитические модели, сплайны, система мониторинга.

## ANNOTATION

**Bondarenko E.A. Structural and analitic modeling of stock markets dynamics. – Manuscript.**

Dissertation for scientific degree of candidate in Economics Sciences on speciality 08.00.11 – mathematical methods, models and information technologies in economics. – SHEE «Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman», Kyiv, 2016.

The dissertation is devoted to the further development of theoretical principles and tools of stock markets dynamics modeling. On the basis of research into the essence, functions, forms and methods of stock markets dynamics modeling, there have been

proved the possibility of alternative approaches to its modeling and improved existing models describing the stock markets dynamics.

The concept of stock markets dynamics modeling is based on the principles of systematic, formal logic, economic systems and processes modeling, econometric, analytical modeling and implemented the following aggregated blocks: analysis of theoretical principles of volatility processes modeling existing on the stock markets, conditional volatility modeling based on structural and analytical methods, monitoring system of the stock markets dynamics.

To improve the practical significance of scientific results there have been built a system of the stock markets dynamics monitoring with the appropriate informational, analytical and software implementation.

Keywords: stock market, dynamics, indicator, volatility, structural models, analytical models, splines, monitoring system.

Підписано до друку 11.08.2016 р. Зам. № 812.  
Формат 60x90 1/16. Папір офсетний. Друк – цифровий.  
Наклад 100 прим. Ум. друк. арк. 0,9.  
Друк «ЦП «КОМПРИНТ», Свідоцтво ДК №4131, від 04.08.2011 р.  
м. Київ, вул. Предславинська, 28  
528-05-42, 067-209-54-30  
email: komprint@ukr.net