



Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок

УДК 338.124.4:658.155:519.86

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.17267175>

**Теоретичні аспекти управління ціновими ризиками на товарних ринках
в контексті кількісних теорій управління**

Трішін Олександр Васильович

аспірант,

Сумський національний аграрний університет

E-mail: o.trishin.gs@snau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4765-8229>

Прийнято: 15.09.2025 | Опубліковано: 30.09.2025

Анотація: У статті досліджено проблематику управління ціновими ризиками на товарних ринках у межах кількісних теорій управління. Висока волатильність цін на сировину, енергоносії та промислові товари створює суттєві загрози для фінансової стабільності підприємств і цілих галузей економіки. Особливої актуальності питання набуває для аграрного, енергетичного та металургійного секторів, де коливання цін безпосередньо впливають на прибутковість і конкурентоспроможність.

Метою дослідження є розробка науково обґрунтованої системної концепції ефективного управління ціновими ризиками в контексті кількісних теорій менеджменту. Концепція спрямована на інтеграцію математичного моделювання, статистичного аналізу, інструментів фінансової інженерії та поведінкової аналітики



з метою підвищення точності прогнозування, адаптивності та стійкості управлінських рішень у середовищі структурної турбулентності.

Методологічну основу дослідження становлять системний підхід, кількісне моделювання, кореляційно-регресійний та сценарний аналіз, а також порівняльне оцінювання ефективності хеджування в галузевих контекстах. Для комплексної оцінки теоретичних і практичних аспектів застосовано SWOT-аналіз, який дозволив виявити сильні та слабкі сторони кількісного підходу, а також зовнішні можливості й загрози його впровадження.

У результаті сформовано інтеграційну адаптивну модель управління ціновими ризиками, яка поєднує оптимізаційне ядро (лінійне програмування, GARCH-моделювання) з поведінковим модулем самокорекції. Модель забезпечує динамічну реакцію системи на зміни ринкових режимів і підвищує ефективність прийняття рішень у фазах волатильності. Особлива увага приділена крос-хеджуванню та оцінюванню базисного ризику на різних товарних ринках.

Наукова новизна полягає у поєднанні кількісного та поведінкового підходів у межах єдиної адаптивної системи управління ризиками, здатної навчатися та коригувати параметри в реальному часі. Практичне значення результатів полягає у можливості застосування розробленої концепції для побудови корпоративних систем ризик-менеджменту, орієнтованих на підвищення фінансової стійкості підприємств в умовах глобальної економічної нестабільності.

Ключові слова: кількісні теорії управління, цінові ризики, товарні ринки, хеджування, базисний ризик, крос-хеджування.



Price risk management in commodity markets in the context of quantitative management theories

Trishin Oleksandr

PhD Student

Sumy National Agrarian University

E-mail: o.trishin.gs@snau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4765-8229>

Abstract: The article examines the issue of price risk management in commodity markets within the framework of quantitative management theories. High volatility of prices for raw materials, energy resources, and industrial goods creates significant threats to the financial stability of enterprises and entire sectors of the economy. The problem is particularly relevant for the agricultural, energy, and metallurgical sectors, where price fluctuations directly affect profitability and competitiveness.

The purpose of the study is to develop a scientifically grounded systemic concept of effective price risk management in the context of quantitative management theories. The concept integrates mathematical modeling, statistical analysis, financial engineering instruments, and behavioral analytics to enhance the accuracy, adaptability, and resilience of decision-making in conditions of structural turbulence.

The methodological basis of the research combines a systems approach, quantitative modeling, correlation-regression and scenario analysis, as well as a comparative evaluation of hedging effectiveness across industrial sectors. A SWOT analysis was conducted to identify the strengths and weaknesses of the quantitative approach, along with external opportunities and threats to its practical implementation.

As a result, an integrated adaptive model of price risk management was developed, combining an optimization core (linear programming, GARCH modeling) with a



behavioral self-correction module. The model ensures dynamic adjustment of system parameters in response to market regime shifts and improves decision-making efficiency under volatility. Special attention is paid to cross-hedging and the assessment of basis risk across different commodity markets.

The scientific novelty lies in the integration of quantitative and behavioral approaches within a unified adaptive risk management framework capable of real-time learning and self-adjustment. The practical significance of the results is the potential application of the proposed concept for building corporate risk management systems aimed at strengthening the financial resilience of enterprises amid global economic instability.

Keywords: quantitative management theories, price risks, commodity markets, hedging, basis risk, cross-hedging.

Постановка проблеми. У сучасній глобальній економіці, де ринки характеризуються високою взаємозалежністю, а процеси ціноутворення – динамічністю й нестабільністю, управління ціновими ризиками стає ключовим чинником забезпечення фінансової стійкості підприємств. Посилення конкуренції, геополітичні зрушення, кліматичні виклики та технологічні трансформації створюють нові джерела невизначеності, що суттєво впливають на коливання цін на сировину, енергоносії, готову продукцію та фінансові активи. В умовах підвищеної волатильності цін підприємства опиняються перед необхідністю активно управляти ризиками, що визначають рівень прибутковості, інвестиційної привабливості та конкурентоспроможності.

Неефективне управління ціновими ризиками може призвести до серйозних фінансових втрат, порушення ліквідності, зниження ринкової капіталізації, а в окремих випадках – до банкрутства. Особливо гостро проблема проявляється у галузях із високою чутливістю до цінових коливань – аграрній, енергетичній,



металургійній, транспортній. Для таких секторів характерна залежність від зовнішніх ринкових сигналів і значний часовий лаг між виробництвом і реалізацією продукції, що підсилює ризик непередбачуваних фінансових результатів.

Класичні підходи до управління ризиками, засновані на досвіді, експертних оцінках або статичних моделях, втрачають ефективність у середовищі, де ціни реагують на інформаційні, поведінкові й політичні фактори. Виникає потреба у використанні кількісних методів – математичного моделювання, статистичного аналізу, оптимізаційних алгоритмів та інструментів фінансової інженерії, здатних формалізувати процес прийняття рішень і підвищити об'єктивність оцінювання ризиків. Проте кількісний підхід також має свої обмеження: його ефективність знижується в умовах структурних зламів, коли історичні дані втрачають репрезентативність.

Отже, наукова проблема полягає у формуванні інтегрованої концепції управління ціновими ризиками на товарних ринках, яка б поєднувала кількісну аналітику з поведінковими та адаптивними елементами управління. Така концепція має враховувати нелінійність ринкових процесів, швидкість поширення інформаційних імпульсів і вплив макроекономічних шоків.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Управління ціновими ризиками на товарних ринках залишається динамічною сферою наукових досліджень, що зумовлено зростанням волатильності глобальних ринків і стрімким розвитком кількісних методологій. Аналіз наукової літератури засвідчує посилений інтерес дослідників до вдосконалення математичних моделей, створення ефективних стратегій хеджування та впровадження інноваційних підходів до управління ризиками.

Застосування математичних моделей забезпечує можливість відтворення багатоваріантних сценаріїв розвитку ринку, кількісного оцінювання альтернативних рішень і визначення оптимальних стратегій відповідно до заданих



цілей та обмежень. Методи оптимізації, статистичного аналізу й імітаційного моделювання формують аналітичну основу процесу прийняття рішень у системах ризик-менеджменту.

Суттєвий внесок у становлення й розвиток кількісного підходу зробили Г. Саймон, Дж. фон Нойман, Р. Цьєрт, Дж. Марч, Ч. В. Черчмен і Р. Акофф. Їхні наукові напрацювання заклали теоретичний фундамент кількісного менеджменту, визначивши роль математичного моделювання у формалізації управлінських процесів (табл. 1).

Таблиця 1

Ключові внески у розвиток кількісного підходу

Вчений	Ключовий внесок	Зв'язок з кількісним підходом
Герберт Саймон [15]	Концепція обмеженої раціональності; моделювання прийняття рішень	Формалізація прийняття рішень на основі моделей та даних
Джон Нойман [11]	Теорія ігор; математичні моделі стратегічної взаємодії	Застосування математики до аналізу управлінських ситуацій
Річард Цьєрт та Джеймс Марч [13]	Поведінкова теорія фірми; вплив коаліцій на управління; аналіз організаційної поведінки; роль культури в ухваленні рішень	Інтеграція поведінкових аспектів в кількісні моделі; поєднання кількісного аналізу з поведінковими факторами
Чарльз Вест Черчмен [6]	Операційні дослідження; системний підхід у менеджменті	Моделювання складних систем з використанням кількісних методів
Рассел Акофф [2]	Системне мислення; стратегічне проектування організацій	Застосування кількісного аналізу в межах системного підходу

Джерело: складено автором на основі аналізу [2; 6; 11; 13; 15]

У межах кількісної теорії менеджменту провідне місце серед методів управління ціновими ризиками на товарних ринках посідає хеджування – стратегія мінімізації ризиків через відкриття взаємно компенсуючих позицій на спотовому та ф'ючерсному ринках, що забезпечує передбачуваність фінансових результатів і стабільність грошових потоків у разі несприятливих коливань цін.



Світова наукова спільнота приділяє значну увагу вдосконаленню стратегій хеджування, орієнтованих на умови високої волатильності товарних ринків. У фокусі досліджень перебувають математичне моделювання ризиків, оптимізація ф'ючерсних позицій, розроблення моделей крос-хеджування, а також аналіз поведінкових реакцій виробників і трейдерів на ринкові шоки (табл. 2).

Таблиця 2

**Ключовий внесок у розвиток теорії та практики хеджування на товарних
ринках**

Вчений	Науковий внесок
Джон Галл [14]	Розробка моделей хеджування деривативами; обґрунтування стратегій управління ціновими ризиками.
Роберт Колб [8]	Аналіз функціонування ф'ючерсних ринків та практичних аспектів хеджування на товарних ринках.
Пол Вілмотт [12]	Застосування кількісних фінансових методів до ризик-менеджменту, включаючи хеджування.
Рене Стуц [10]	Дослідження ролі деривативів в управлінні ризиками, в т.ч. для товарних активів.
Дон Ченс [4]	Систематизація знань з деривативів; практичні методи хеджування цінових ризиків.

Джерело: складено автором на основі аналізу [4; 8; 10; 12; 14]

Ефективне хеджування потребує глибокого аналізу ринкових умов, математичної оцінки ризиків та адаптації стратегій відповідно до особливостей конкретного товарного ринку. Значна частина моделей хеджування базується на кількісному підході та вимагає використання інструментів фінансової інженерії.

Сучасний науковий дискурс демонструє інтенсивну еволюцію кількісних підходів до управління ціновими ризиками, що поєднує математичну строгість із прагненням до практичної адаптивності. У світовій науковій літературі чітко окреслилися кілька провідних тенденцій, які формують нову методологію управління ризиками на товарних ринках.

Lee Н. та ін. (2021) розкривають теоретичні основи ризик-менеджменту в азійських фінансових системах, акцентуючи на інтеграції фундаментальних



моделей із практикою хеджування. Дослідження визначає роль культурного та інституційного контексту у формуванні моделей поведінкових очікувань і показує, що ефективне управління ризиками потребує балансу між кількісною точністю та гнучкістю ринкових стратегій [16]. Basiru J. O. та ін. (2023) систематизують фінансові стратегії управління в економіках, що розвиваються, узагальнюючи теоретичні моделі та їхні прикладні застосування. Автори підкреслюють важливість контекстуальної адаптації кількісних методів, особливо в умовах нестабільності макроекономічного середовища, де класичні моделі потребують поведінкових корекцій [17].

Shakatreh M. та ін. (2023) пропонують оновлену рамку політики управління ризиками, у якій хеджування розглядається як складова регуляторного процесу. Їхнє дослідження акцентує на потребі уніфікації державних та корпоративних стратегій управління ризиком, що розширює межі кількісного аналізу до рівня макроекономічного моделювання [18]. Wu Z. та ін. (2024) зосереджують увагу на скороченні розмірності у кількісних фінансових моделях, пропонуючи алгоритми вибору ознак для підвищення точності оцінки ринкового ризику. Автори доводять, що оптимізація структури даних підвищує ефективність машинного навчання та скорочує похибки прогнозу у високочастотних часових рядах [19].

Antonelli F. та ін. (2023) розвивають імовірісно-статистичну парадигму управління товарними ризиками. У центрі їхнього підходу – побудова стохастичних моделей із урахуванням асиметрії розподілів та екстремальних подій, що дозволяє більш точно оцінювати ризик у нестійких ринкових середовищах [20]. Olukoja O. та ін. (2023) поглиблюють методологію моделей часових рядів для прогнозування та оцінки ризиків. Робота демонструє, що поєднання класичних ARIMA-моделей із нелінійними методами машинного навчання дає змогу підвищити точність прогнозів і забезпечити адаптивність до змінних ринкових трендів [21].



Labys W. С. та ін. (2024) розробляють концепцію політико-економічного моделювання товарних ринків, де кількісні методи застосовуються не лише для прогнозування, а й для формування політики стабілізації цін. Автори наголошують на потребі багаторівневого аналізу, який поєднує макроекономічні змінні, поведінкові реакції учасників ринку та технологічні інновації [22]. Gaudenzi B. та ін. (2021) досліджують фінансові наслідки зниження цінової волатильності у ланцюгах постачання. Вони демонструють, що кількісні моделі управління ризиками ефективні лише за умови інтеграції з логістичними і стратегічними рішеннями, що підтверджує необхідність міждисциплінарного підходу до ризик-менеджменту [23].

Узагальнюючи зазначимо, сучасна наукова думка переходить від статичних моделей до динамічних, здатних навчатися та коригувати параметри в реальному часі. Синтез стохастичного аналізу, машинного навчання та поведінкових коригувань формує новий тип кількісної парадигми управління ризиками, у якій аналітична точність поєднується зі стійкістю до структурних зламів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Проблематизація кількісного підходу до управління ціновими ризиками розгортається в межах епістемологічної критики та методологічного переосмислення. Класичні кількісні теорії виходять із припущення стабільності системи, де всі змінні мають статистично сталу природу, а поведінка ринку підлягає прогнозуванню на основі ретроспективних даних. Сучасні товарні ринки функціонують у режимі структурної турбулентності, що супроводжується нециклічними системними зламами. У таких умовах кількісні моделі, побудовані на принципі стаціонарності часових рядів, утрачають пояснювальну силу. Логіка оптимізації, позбавлена гнучкості, замикається в межах формальних алгоритмів.

Між кількісним і поведінковим менеджментом виникає парадигмальна напруга. Кількісний підхід тяжіє до об'єктивізації ринкових процесів, поведінковий



– до аналізу ірраціональних мотивацій, інституційної інерції та когнітивних упереджень учасників. Ігнорування цих нелінійних компонентів зумовлює ситуацію, коли модель відтворює статистику без відображення динаміки адаптації системи. Алгоритмічне хеджування, побудоване на історичних коефіцієнтах кореляції, зберігає ефективність у період ринкової рівноваги, проте втрачає точність за появи нових чинників – геополітичних, кліматичних або поведінкових.

Недолік кількісного підходу полягає не у відсутності точності, а у хибній тотальності. Інструменти створюють ілюзію повного контролю, хоча об'єкт управління – ціновий ризик – має стохастичну природу та властивість самоорганізації. У кризові фази система переходить у нові стани рівноваги, що потребує не лише прогнозу, а й реконфігурації моделі управління. Доцільно розробляти адаптивні моделі, які поєднують статистичне ядро з поведінковими та сценарними модулями й здатні змінювати параметри у реальному часі. Така інтеграція долає редукціонізм кількісного підходу та переводить управління ризиком у площину емерджентного реагування, де важливою є не точність прогнозу, а стійкість системи до непередбачуваних змін.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження є розробка науково обґрунтованої системної концепції ефективного управління ціновими ризиками на товарних ринках у межах кількісних теорій управління. Концепція спрямована на інтеграцію сучасних математичних методів, статистичного аналізу, фінансової інженерії та поведінкової аналітики для підвищення точності прогнозування, ефективності хеджування й стійкості управлінських рішень в умовах високої волатильності та структурної турбулентності ринків.

Наукова новизна полягає у формуванні інтеграційної адаптивної моделі управління ціновими ризиками, що поєднує кількісну аналітику з поведінковими та когнітивними механізмами ухвалення рішень. Інноваційність запропонованої



концепції полягає у гібридному алгоритмі управління, який поєднує оптимізаційне ядро з адаптивним модулем самокорекції. Поведінковий блок динамічно реагує на зміну ринкових умов і мотиваційних факторів суб'єктів, що забезпечує здатність системи до навчання та переоцінки параметрів у реальному часі. Таким чином, модель перетворює процес управління ризиком із реактивного на превентивний, зменшуючи похибку прогнозування та підвищуючи ефективність прийняття рішень.

Запропонований підхід формує адаптивний контур ризик-менеджменту, у межах якого аналітична точність кількісних методів поєднується з поведінковою гнучкістю та когнітивним згладжуванням.

Виклад основного матеріалу. Цінові ризики на товарних ринках становлять критичну загрозу для фінансової стабільності підприємств, особливо в аграрному секторі, енергетичній галузі та металургії. Ризики характеризуються зміною цін на товари, яка може негативно вплинути на фінансові результати підприємства, призвести до значних фінансових втрат, банкрутства підприємств та дестабілізації цілих галузей економіки.

Кількісні теорії управління представляють напрям менеджменту, що використовує математичні моделі, статистичні методи та комп'ютерне моделювання для прийняття оптимальних управлінських рішень. У їх межах організація постає як система, що може бути описана кількісними параметрами та оптимізована за допомогою математичних методів.

Особливості кількісного підходу до управління полягають у його раціональній спрямованості та системній побудові. Центральним елементом цього підходу виступає математичне моделювання, яке відтворює кількісні взаємозв'язки між параметрами управлінської ситуації та дозволяє прогнозувати наслідки управлінських дій.



Кількісний підхід орієнтується на досягнення найефективнішого результату в межах визначених цілей і обмежень, забезпечуючи наукову обґрунтованість управлінських рішень. Організації розглядаються як системи, спрямовані на досягнення конкретних і вимірюваних економічних результатів, що реалізуються через кількісно формалізовані критерії оцінювання.

Оцінювання ефективності моделей прийняття рішень здійснюється за попередньо визначеними критеріями, які дають змогу перевірити їхню адекватність і практичну придатність. Якість управління визначається рівнем аргументованості ухвалених рішень і здатністю системи адаптуватися до мінливих умов ринку. В межах кількісного підходу активно застосовуються методи дослідження операцій – лінійне програмування, теорія ігор, теорія масового обслуговування та ймовірнісні методи, які формують базовий інструментарій аналітичної підтримки управлінських процесів.

Управління цінovими ризиками в контексті кількісної теорії менеджменту визначається як системний процес виявлення, вимірювання, аналізу та контролю коливань цін із застосуванням математичних моделей і кількісних методів. Кількісний підхід виходить із того, що управління є послідовним процесом раціонального вибору, у межах якого менеджер оцінює взаємопов'язані змінні, прогнозує їхній вплив і визначає оптимальну альтернативу дій. Математичне моделювання виступає центральним елементом підходу, адже дозволяє формалізувати управлінські ситуації через систему рівнянь, які описують кількісні взаємозв'язки між факторами ризику та результативними показниками.

Оптимізаційна складова кількісного менеджменту спрямована на пошук найефективніших рішень у межах заданих обмежень, забезпечуючи баланс між точністю розрахунків і гнучкістю реагування на ринкові зміни. Організації розглядаються як цілеспрямовані системи, орієнтовані на досягнення вимірюваних



економічних результатів через використання науково верифікованих критеріїв і формалізованих алгоритмів.

Основними інструментами кількісного управління ціновими ризиками є математичне програмування для оптимізації закупівель і запасів, статистичний аналіз для оцінювання кореляцій, сезонності й трендів, фінансове моделювання для прогнозування цінових змін, а також теорія ймовірностей і сценарний аналіз для визначення ймовірності негативних коливань і потенційних наслідків.

У межах кількісної теорії менеджменту хеджування посідає центральне місце серед методів управління ціновими ризиками на товарних ринках і визначається як стратегія зниження ризику цінових коливань шляхом відкриття взаємно компенсуючих позицій на спотовому та ф'ючерсному ринках, що забезпечує передбачуваність фінансових результатів і стабільність грошових потоків у періоди ринкової турбулентності [1].

Дослідження доводять, що ефективність хеджування залежить від здатності моделей адаптуватися до волатильності товарних ринків. У фокусі сучасних наукових підходів перебувають математичне моделювання ризиків, оптимізація позицій на ф'ючерсних ринках, використання крос-хеджування, а також аналіз поведінкових реакцій виробників і трейдерів на ринкові шоки.

Досягнення повного усунення ризику є практично неможливим через наявність базисного ризику – різниці між ціною спот і ф'ючерсною ціною, що змінюється непередбачувано. Тому центральним завданням кількісного менеджменту стає визначення оптимального коефіцієнта хеджування (optimal hedge ratio), який мінімізує дисперсію вартості портфеля, сформованого зі спотової та ф'ючерсної позицій [5].

Кількісні моделі хеджування будуються на основі математичного опису взаємозв'язків між ціновими параметрами. Оптимізаційні моделі визначають пропорції між хеджованими та нехеджованими позиціями з урахуванням функції



корисності підприємства та його толерантності до ризику. Однією з базових концепцій цього напрямку є мінімальне дисперсійне співвідношення хеджу (minimum variance hedge ratio), яке передбачає мінімізацію волатильності комбінованого портфеля, що включає фізичний актив і хеджувальний інструмент (наприклад, ф'ючерсний контракт). Найнижчий рівень ризику досягається тоді, коли співвідношення між активами забезпечує мінімальне коливання їхньої сукупної вартості. Для розрахунку цього показника застосовують кореляційний аналіз між ціною спотового товару й ф'ючерсного контракту, а також їх стандартні відхилення [9].

На противагу статичним моделям типу MVHR, сучасні дослідження виділяють динамічні підходи до хеджування і враховують часову мінливість волатильності та коваріації між цінами активів, що дозволяє формувати адаптивний коефіцієнт хеджування, який змінюється відповідно до поточних ринкових умов. Одним із найефективніших інструментів у цьому напрямі є мультиваріантні GARCH-моделі, які дають змогу моделювати динамічні кореляційні зв'язки між цінами взаємопов'язаних активів. Такий підхід особливо цінний у процесі крос-хеджування – стратегії зниження ризику шляхом використання похідних інструментів, що базуються не на самому товарі, а на іншому активі з високим рівнем кореляції. Водночас цей підхід супроводжується базисним ризиком (basis risk), який виникає через неповну кореляцію між ціною фізичного товару та ціною інструмента хеджування. Якщо відхилення між цими цінами зростає, ефективність хеджу знижується, що підвищує чутливість компанії до цінових коливань.

Оцінка та управління базисним ризиком становлять ключовий елемент кількісного аналізу у межах крос-хеджування. Відповідні моделі особливо важливі в ситуаціях, коли прямі інструменти хеджування відсутні, і використовуються для побудови ефективних захисних стратегій на основі міжринкових кореляцій. Динамічні підходи забезпечують більшу адаптивність системи управління ризиком



і дозволяють підвищити її ефективність в умовах волатильного ринкового середовища.

Узагальнення результатів крос-хеджування на різних товарних ринках показує, що ефективність кількісних моделей значною мірою залежить від їхньої адаптації до галузевої специфіки. В умовах, коли базисний ризик має різну природу й інтенсивність у кожній галузі, доцільно оцінювати не лише точність прогнозування, а й стійкість системи до структурних змін. У таблиці нижче наведено порівняльні параметри ефективності та керування режимами кількісного управління ціновими ризиками у трьох ключових секторах економіки – аграрному, енергетичному та металургійному (табл.3).

Таблиця 3

Оцінювання ефективності та керування режимами кількісного управління
ціновими ризиками

Галузь	Функція мети	Метрики точності	Метрики стійкості	Hedge effectiveness	Тригери перемикання режимів	Частота оновлення параметрів	Трансакційні витрати та ковзання
Аграрна	Мінімізація дисперсії портфеля (Minimum Variance)	MAE, RMSE	VaR (95%), ES	R^2 спот-ф'ючерс = 0,82–0,88	Сезонні зсуви врожайності; CUSUM-тест	Щомісячно; частіше під час збору врожаю	Високі через низьку ліквідність ф'ючерсів, потреба у локальних базис-корекціях
Енергетична	Мінімізація CVaR з урахуванням валютних ризиків	RMSE, MAPE	ES, Drawdown $\leq 10\%$	Дваріація грошового потоку = -35% після хеджу	Цінові спайки; Bai-Perron break test	Щоденно; автоматичне оновлення EWMA	Середні; частково компенсуються ліквідністю деривативів NYMEX
Металургійна	Максимізація стабільності маржі при CVaR $\leq 0,05$	MAE, Theil U	VaR, Sharpe Ratio	Hedge ratio ефективності $\approx 0,75$	Зміни глобального попиту; EWMA-спайк	Щоквартально; під час перегляду контрактів	Низькі; основні втрати через часовий лаг у котируваннях LME

Узагальнено автором

Успішність кількісного ризик-менеджменту визначається здатністю моделі адаптувати параметри до змін ринкової динаміки. Гнучкість дозволяє мінімізувати похибки прогнозування й підтримувати стабільність фінансових потоків навіть у фазах підвищеної волатильності.



Кількісне управління ціновими ризиками не обмежується хеджуванням. Хоча хеджування за допомогою ф'ючерсних контрактів традиційно займає центральне місце у системі ризик-менеджменту, воно доповнюється іншими інструментами кількісного аналізу. Одним із них є математичне програмування, що забезпечує побудову оптимізаційних рішень в умовах невизначеності, обмежених ресурсів і суперечливих цілей, дозволяє формалізувати управлінські задачі, мінімізуючи ризики через пошук оптимальних стратегій розподілу ресурсів.

Математичне програмування широко застосовується для моделювання оптимізаційних процесів у виробництві, логістиці та фінансовому плануванні і дає змогу визначати оптимальні параметри виробничих планів і портфелів, максимізуючи прибуток або мінімізуючи витрати за умови дії випадкових факторів – коливань цін, кліматичних ризиків чи змін попиту. Відповідний підхід особливо ефективний у галузях із високою невизначеністю, зокрема в аграрному секторі, де ринкові й природні коливання істотно впливають на управлінські рішення [7].

На підтвердження одержаних проміжних результатів проведемо SWOT-аналіз кількісних теорій управління в контексті цінових ризиків, що сприятиме системній оцінці їх сильних і слабких сторін, а також зовнішніх можливостей і загроз, що визначають ефективність практичного застосування (табл.4).

SWOT-аналіз переконливо доводить, що головною конкурентною перевагою кількісного підходу є здатність переводити невизначеність у вимірювані параметри та управляти ними через оптимізацію. Водночас, ефективність кількісного менеджменту визначається не жорсткістю формальних алгоритмів, а їхньою інтеграцією з поведінковими, інформаційними та технологічними чинниками. Саме поєднання раціональної строгості з когнітивною гнучкістю формує підґрунтя для створення системної концепції управління ціновими ризиками на товарних ринках.



Таблиця 4

SWOT-аналіз кількісних теорій управління в контексті цінових ризиків

S (Strengths) – Сильні сторони	W (Weaknesses) – Слабкі сторони
Рационалізація процесу прийняття рішень	Помилки моделювання при неправильних припущеннях або недостовірних даних.
Формалізація ризиків і їх кількісна оцінка	Недооцінка людського фактора: інтуїції, досвіду та контексту.
Підвищення ефективності стратегічного планування	Проблеми з підтриманням точності та актуальності даних.
Системність та логічна послідовність підходу	Нереалістичні припущення про вимірність усіх змінних і наявність функціональних зв'язків.
O (Opportunities) – Можливості	T (Threats) – Загрози
Інтеграція з новітніми інформаційними технологіями для покращення обробки даних.	Залежність від якості даних і моделей може призводити до хибних управлінських рішень.
Розширення застосування в аналітичному управлінні та бізнес-інтелекті.	Можливе зниження гнучкості управління через надмірне покладання на моделі.
Використання для підвищення ефективності в умовах складних та багатофакторних ситуацій.	Протиріччя між теоретичними моделями та практичними управлінськими умовами (брак часу, неповні дані).
Застосування в прогнозуванні, плануванні та оптимізації ресурсів.	Ризик нехтування аспектами прийняття рішень, які не підлягають кількісному виміру.

Джерело: власна розробка автора

З урахуванням результатів SWOT-аналізу та попередніх досліджень пропонуємо системну концепцію ефективного управління ціновими ризиками на товарних ринках у контексті кількісних теорій управління, що інтегрує чотири взаємопов'язані блоки: аналітичний, прогнозний, оптимізаційний і адаптаційний і формує цілісний контур управління, який поєднує раціоналізацію процесів прийняття рішень із гнучкістю поведінкових корекцій і технологічною адаптивністю (таблиця 5).



Таблиця 5

Системна концепцію ефективного управління ціновими ризиками на товарних
ринках у контексті кількісних теорій управління

Блок	Функціональна мета	Інструментарій та методи	Очікуваний результат / Ефект
Аналітичний	Усунення слабкостей, пов'язаних із помилками моделювання, підвищення якості вхідних даних та контроль припущень.	Статистичний і кореляційний аналіз, аналіз чутливості, сценарне картування, побудова карти джерел волатильності, оцінка базисного ризику.	Формалізація ризиків, підвищення точності моделей та посилення системності прийняття управлінських рішень.
Прогнозний	Забезпечення динамічного оновлення параметрів моделей та інтеграція з IT-рішеннями й системами бізнес-інтелекту.	ARIMA, VAR, GARCH, Monte Carlo, алгоритми машинного навчання, поведінкове моделювання.	Підвищення точності прогнозів, урахування людського фактора та адаптація до нових режимів волатильності.
Оптимізаційний	Формування збалансованих управлінських рішень із урахуванням ризикових обмежень і поведінкових чинників.	Стохастичне програмування, CVaR-мінімізація, симуляційна оптимізація, функції ризикової толерантності.	Оптимальне співвідношення між хеджованими і нехеджованими позиціями, стабільність грошових потоків.
Адаптаційний	Забезпечення актуальності даних і динамічної самокорекції моделі.	Механізм зворотного зв'язку, показники RMSE, VaR, Hedge Effectiveness, алгоритми динамічного навчання.	Висока реактивність системи, зменшення управлінської інерції, підтримка гнучкості в умовах турбулентності.

Розроблено автором

Узгоджена взаємодія блоків формує замкнений цикл: ідентифікація → прогнозування → оптимізація → адаптація → реідентифікація. Такий підхід трансформує загрози у можливості: системність переходить у технологічну інтегрованість, а кількісна точність – у поведінкову чутливість. Концепція забезпечує підвищення ефективності стратегічного планування, зменшення



залежності від якості окремих моделей і створює платформу для безперервного удосконалення управління ціновими ризиками на товарних ринках.

Висновки. Проведене дослідження досягло мети: сформовано науково обґрунтовану концепцію управління ціновими ризиками на товарних ринках у межах кількісних теорій управління. Систематизація теорій і емпіричних підходів підтвердила, що кількісні методи забезпечують верифіковану основу прийняття рішень у середовищі невизначеності та волатильності.

Доведено, що математичне моделювання, статистичний аналіз і оптимізаційні процедури формують інструментарій ідентифікації, вимірювання та контролю ризиків, а хеджування з використанням деривативів знижує вплив несприятливих цінових коливань на фінансові результати. Порівняльні галузеві параметри ефективності демонструють, що результативність визначається адаптацією моделей до ринкових режимів.

Водночас аналіз окреслив межі застосовності: моделі, валідні за стаціонарних умов, деградують у фазах структурних зламів; ігнорування поведінкових чинників породжує систематичні похибки. Ці обмеження усунуто в запропонованій системній концепції з чотирма блоками (аналітичним, прогнозним, оптимізаційним, адаптаційним), де адаптивні механізми та поведінкові корекції інтегровано в цикл «ідентифікація → прогнозування → оптимізація → адаптація → реідентифікація».

SWOT-аналіз конкретизує напрямки вдосконалення та безпосередньо мапується на архітектуру моделі: (I) слабкість «недооцінка людського фактора» нейтралізує прогнозний блок із експертними корекціями; (II) загроза «залежність від якості даних» компенсується адаптаційним блоком із тригерами перевчання та контролем припущень; (III) можливість «інтеграція IT і бізнес-інтелекту» реалізується через потокове оновлення параметрів VAR/GARCH і сценарне



картування; (IV) сила «системність і формалізація» використовується в оптимізаційному блоці через CVaR/мінімально-дисперсійні критерії.

Подальший розвиток доцільно спрямувати на гібридні моделі, що поєднують стохастичні та машинні підходи у режимах нестаціонарності; методики обліку міжринкових кореляцій і базисного ризику в крос-хеджуванні; протоколи оцінювання ефективності (RMSE, VaR/ES, Hedge Effectiveness) з регламентом перемикання режимів.

Практичне значення полягає у переносимості запропонованої архітектури в різні галузі: для аграрного сегмента – сезонно-залежне оновлення коефіцієнта хеджу з урахуванням погодних вікон; для енергетичного – висока частота оновлень із EWMA у періоди спайків; для металургійного – довший горизонт оптимізації з контролем CVaR. Інтеграція моделі в корпоративні контури управління підвищує фінансову стійкість і конкурентоспроможність у середовищі глобальної нестабільності.

Список використаних джерел

1. Солодкий М. О., Резнік Н. П., Яворська В. О. Основи біржової діяльності. Київ : КОМПРИНТ, 2017. 450 с.
2. Ackoff R. L. Redesigning the future: a systems approach to societal problems. New York : Wiley, 1974. 260 p. (A Wiley-Interscience publication). ISBN 978-0-471-00296-3.
3. Adams Z., Gerner M. Cross hedging jet-fuel price exposure. *Energy Economics*, 34(5), 1301–1309. 2012. DOI: 10.1016/j.eneco.2012.06.011.
4. Chance D. M., Brooks R. An introduction to derivatives and risk management. 10th ed. Boston, Mass. : Cengage Learning, 2016. 640 p. ISBN 978-1-305-10496-9.



5. Chen S.-S., Lee C. F., Lin F.-L. та ін. Hedge Ratios: Theory and Applications. In: Lee C. F., Lee A. C., Lee J. C. (Eds.). *Handbook of Investment Analysis, Portfolio Management, and Financial Derivatives*. WORLD SCIENTIFIC, 2024. P. 1277–1328. DOI: 10.1142/9789811269943_0038.
6. Churchman C. W. The systems approach. Rev. and updated, 2nd Laurel print. New York, NY : Laurel Book, 1984. 243 p. ISBN 978-0-440-38407-6.
7. Kawtar E. K., Driss M. Stochastic Programming for Agricultural Planning. *Journal of Positive School Psychology*, 6(2), 1938–1944. 2022.
8. Kolb R. W., Overdahl J. A. Understanding futures markets. 6th ed. Malden, Mass. : Blackwell Publ., 2006. 588 p. ISBN 978-1-4051-3403-3.
9. Nguyen P. M., Henry D., Kim J. H. та ін. Estimation of Optimal Hedge Ratio: A Wild Bootstrap Approach. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(7), 310. 2024. DOI: 10.3390/jrfm17070310.
10. Stulz R. M. Risk management & derivatives. Nachdr. Mason, Ohio : South-Western, Cengage Learning, 2020. 676 p. ISBN 978-0-538-86101-4.
11. Von Neumann J., Morgenstern O. Theory of games and economic behavior. 6th paperback printing. Princeton : Princeton Univ. Press, 1990. 641 p. ISBN 978-0-691-00362-7.
12. Wilmott P. Paul Wilmott introduces quantitative finance. 2nd ed., repr. Chichester : Wiley, 2010. 695 p. ISBN 978-0-470-31958-1.
13. Cyert R. M., March J. G. A behavioral theory of the firm. 2nd ed. Cambridge, Mass., USA : Blackwell Business, 1992. 252 p. ISBN 978-0-631-17451-6.
14. Hull J. Options, futures, and other derivatives. 10th ed. New York, NY : Pearson, 2018. 868 p. ISBN 978-0-13-447208-9.
15. Simon H. A. Administrative behavior: a study of decision-making processes in administrative organizations. 4th ed. New York : Free Press, 1997. 368 p. ISBN 978-0-684-83582-2.



16. Lee H. Risk Management: Fundamentals, Theory, and Practice in Asia. Springer Nature, 2021. URL: https://books.google.com/books?hl=uk&lr=&id=UDNREAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=Theoretical+foundations+of+price+risk+management+in+commodity+markets+within+quantitative+management+theories&ots=t6DfuLiLOw&sig=ufHKdUYGOPD1fb_rBHS5ZgYCZW0.
17. Basiru J. O., Ejiofor C. L., Onukwulu E. C., Attah R. U. Financial management strategies in emerging markets: A review of theoretical models and practical applications. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 7(2), 123–140. 2023. URL: https://www.researchgate.net/profile/Rita-Attah/publication/388430387_Financial_management_strategies_in_emerging_markets_A_review_of_theoretical_models_and_practical_applications/links/67998740207c0c20fa642878/Financial-management-strategies-in-emerging-markets-A-review-of-theoretical-models-and-practical-applications.pdf.
18. Shakatreh M., Rumman M. A. A., Mugableh M. I. Reviewing the framework of risk management: policy and hedging. *International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev.*, 8(1), 7. 2023. URL: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8789492.pdf>.
19. Wu Z., Feng Z., Dong B. Optimal feature selection for market risk assessment: A dimensional reduction approach in quantitative finance. *Journal of Computing Innovations and Applications*, 2(1), 20–31. 2024. URL: <https://ciajournal.com/index.php/jcia/article/download/22/22>.
20. Antonelli F., Cerqueti R., Ramponi A., Scarlatti S. Probabilistic and statistical methods in commodity risk management. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*. 2023. URL: <https://iris.uniroma1.it/handle/11573/1700576>.
21. Olukoya O. Time series-based quantitative risk models: enhancing accuracy in forecasting and risk assessment. *International Journal of Computer Applications*



Technology and Research, 12(11), 29–41. 2023. URL:
https://www.researchgate.net/profile/Olanrewaju-Odumuwagon/publication/388319361_Time_Series-Based_Quantitative_Risk_Models_Enhancing_Accuracy_in_Forecasting_and_Risk_Assessment/links/6792761052b58d39f24a97fd/Time-Series-Based-Quantitative-Risk-Models-Enhancing-Accuracy-in-Forecasting-and-Risk-Assessment.pdf.

22. Labys W. C., Pollak P. K. *Commodity models for forecasting and policy analysis*. Routledge, 2024. URL:
<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781032693644/commodity-models-forecasting-policy-analysis-walter-labys-peter-pollak>.

23. Gaudenzi B., Zsidisin G. A., Pellegrino R. Measuring the financial effects of mitigating commodity price volatility in supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*, 26(1), 17–31. 2021. URL:
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/scm-02-2020-0047/full/pdf>.