

УДК 336.012.23

Г. Т. Михальчинець,  
к. е. н., старший викладач кафедри економіки та фінансів,  
Мукачівський державний університет  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1109-5896>

DOI: 10.32702/2306-6792.2023.3-4.56

## СТОХАСТИЧНІ МАКРОМОДЕЛІ СТРУКТУРНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ФІНАНСОВОГО РИНКУ

H. Mykhalchynets,  
PhD in Economics, Senior Lecturer of the Department of Economics and Finance, Mukachevo State University

### STOCHASTIC MACRO MODELS OF STRUCTURAL TRANSFORMATIONS OF THE FINANCIAL MARKET

В статті здійснено процес моделювання стохастичних макромоделей структурних трансформацій фінансового ринку. Інтегральна результативність формується в стохастичному середовищі фінансового ринку, а отже, має один стан, який є наслідком дії нової інформації щодо факторів впливу та випадковості розподілу співвідношень ризиків. Відтак, алгоритми формалізації результативності та визначення процесів дестабілізації фінансового ринку у стохастичних моделях базуються на поєднанні кореляційно-регресійного аналізу результативності фінансового ринку з реакційними модуляціями. За таких умов можуть бути сформовані такі стохастичні макромоделі результативності фінансового ринку, які дозволяють формалізувати вплив непередбачуваних та несприятливих подій, що виникають внаслідок адаптивності ринку та його операційного середовища за вартісними характеристиками активів, а також проаналізувати здатність абсорбції дестабілізаційних процесів за рахунок своєчасного запровадження коригувальних заходів. Відмінність даної моделі полягає у її придатності до оцінки та прогнозування змін ключових параметрів операційного середовища фінансового ринку з урахуванням залежностей від ключових факторів впливу.

Визначено, що до групи інструментів із визначення передумов методом найменших квадратів (МНК) віднесено: тестування і усунення мультиколінеарності (алгоритм Фаррара-Глобера); перевірку наявності гетероскедастичності (гомоскедастичності), за методом графічного аналізу та за тестом рангової кореляції Спірмена; перевірку наявності автокореляції.

Кількісний алгоритм є більш точним, однак чим більша кількість однакових рангів за змінними, тим менш точними є значення коефіцієнту рангової кореляції Спірмена. Інтегральна результативність має один стан, який є наслідком дії нової інформації щодо факторів впливу та випадковості розподілу співвідношень ризиків. Відтак у цій площині ефективна стохастична формалізація. Хоча немає впевненості у значенні вимірюваних змінних, завжди є усереднений шаблон, завдяки якому буде реалізований статичний аналіз. Результат такого аналізу є неточним, однак він визначатиме всі можливі поведінкові реакції інтегральної результативності фінансового ринку, як ознаки  $u$ , із врахуванням зміни найбільш значущих випадкових величин або змінних  $x$ , в умовах невизначеності або  $s$ .

The article describes the process of modeling stochastic macromodels of structural transformations of the financial market. Integral performance is formed in the stochastic environment of the financial market, and therefore has one state, which is a consequence of the action of new information on influencing factors and the randomness of the distribution of risk ratios. Therefore, the algorithms for the formalization of performance and determination of financial market destabilization processes in stochastic models are based on the combination of correlation-regression analysis of financial

market performance with reaction modulations. Under such conditions, the following stochastic macro-models of financial market performance can be formed, which allow to formalize the impact of unpredictable and adverse events arising as a result of the adaptability of the market and its operating environment according to the value characteristics of assets, as well as to analyze the ability to absorb destabilizing processes due to the timely introduction of corrective measures. The difference of this model lies in its suitability for assessing and forecasting changes in the key parameters of the operating environment of the financial market, taking into account the dependence on key influencing factors.

The quantitative algorithm is more accurate, but the greater the number of equal ranks for the variables, the less accurate the value of the Spearman rank correlation coefficient. Integral performance has one state, which is a consequence of the action of new information on influencing factors and the randomness of the distribution of risk ratios. Therefore, the stochastic formalization is effective in this plane. Although there is no certainty about the value of the measured variables, there is always an averaged pattern through which the static analysis will be implemented. The result of such an analysis is imprecise, but it will determine all possible behavioral reactions of the integrated performance of the financial market, as signs of  $y$ , taking into account the change of the most significant random variables or variables  $x$ , under conditions of uncertainty or  $s$ .

*Ключові слова: фінансовий ринок, математичний інструментарій, моделювання, трансформаційні процеси.*

*Key words: financial market, mathematical tools, modeling, transformational processes.*

#### **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ**

Інтегральна результативність, як результат дії функції об'єднує значну кількість скалярів за величиною приросту/зниження вартості активів у часі ( $y$ ) та дією змінних ( $x$ ). Це зумовлене тим, що наразі ця результативність формується у недетермінованому (стохастичному) середовищі з мінливим характером ризиків, що можуть призвести до дестабілізації фінансового ринку (інтегрованих за змістом факторів впливу  $x$ ), які несуть у собі будь-які операції за конфігураціями фінансового ринку. За несприятливого впливу таких факторів можливе виникнення процесів дестабілізації фінансового ринку. Відповідно до цього, формалізація інтегральної результативності фінансового ринку має орієнтуватися на модель із великою кількістю скалярів, яка за допомогою математичних інструментів (що розглядаються як системи алгоритмів для вирішення різних завдань [1, с. 279—280]) та одиночних алгоритмів (для вирішення окремих завдань [1, с. 279—280]) дозволяють визначити вплив кожного з факторів впливу окремо, а також сукупний їх вплив на модельований показник ( $y$ ). Результатом є перетворення інформації щодо симплексу рівнянь множинної регресії (який обраховується матричним методом) за всіма скалярами у інтегральні дані про результативність, придатні

для читання із можливостями завчасної ідентифікації процесів можливої дестабілізації фінансового ринку.

#### **АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ**

Вагомий внесок у дослідження процесу моделювання стохастичних макромоделей структурних трансформацій фінансового ринку, зробили такі закордонні та вітчизняні вчені: Бертон М., Дженсен М., Мертон Р., Шиллер Р. Дж., Клейдон А., Баранова В. В., Бекмуратов Р. Д., Фарина А. І., Іртищева І. О., Лагодієнко В. В., Недосекин А. О., Вдовенко Л. О. та інші. Варто зазначити, що, незважаючи на значний процес моделювання стохастичних макромоделей структурних трансформацій фінансового ринку є досить актуальним відповідно до сучасних умов.

#### **ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)**

Метою статті є процес моделювання стохастичних макромоделей структурних трансформацій фінансового ринку.

#### **ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБГРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ**

Під формалізацією ми розумітимемо процес подання інформації щодо інтегральної ре-

**Таблиця 1. Загальні кроки з відбору факторів у рівняння з формалізації інтегральної результативності фінансового ринку**

Порядок відбору	Особливості відбору факторів (специфікації)	Обґрунтування розв'язання задач	Вимоги до факторів, що включені до відбору
Теоретичний аналіз взаємозв'язку у значень вартісних виразів та факторів	Аналіз взаємозв'язку значень вартісних виразів, фінансових активів (у) і кола факторів, які чинять на нього істотний вплив (за комбінаторними конфігураціями)	Теоретичні дослідження, враховуючи всю відому (апріорну) інформацію щодо факторів впливу, від	Можливість кількісного виміру взаємозв'язків (якісний фактор у рівняння можна включити, якщо йому надано кількісну визначеність); тісний зв'язок зі зміною значень вартісних виразів (визначається за істотності значень коефіцієнта парної лінійної кореляції між фактором і результатом); слабка взаємна корельованість факторів (визначається за явищем інтерколінеарності); відсутність суворого функціонального зв'язку (визначається за явищем мультиколінеарності (за якої кожному значенню вартісних виразів відповідає строго визначене значення фактору))
Кількісна оцінка взаємозв'язку у факторів з результатом	Між факторами та результатом наявна лінійна форма зв'язку, відтак ця оцінка здійснюється за аналізом кореляційної матриці	Здійснюється за допомогою багатофакторного дисперсійного аналізу, оскільки перевіряється істотність впливу комбінації факторів на вартісний вираз фінансових активів	

Джерело: [2, с. 45-100; 3 с. 314—340; 4].

зультативності в формалізованому (абстрактному) вигляді. Хоча немає впевненості в значенні вимірюваних змінних, завжди є усереднений набір інструкцій, які описують порядок дій, завдяки якому буде реалізований статичний аналіз [1, с. 49]. Результат такого аналізу є неточним, однак він визначатиме вектори всіх можливих поведінкових реакцій інтегральної результативності фінансового ринку (як ознаки у) із урахуванням зміни найбільш значущих випадкових величин (або змінних  $x$  в умовах невизначеності, або  $s$ ). Для забезпечення інформативності формалізації пропонуємо розширити її за рахунок алгоритмів вивчення можливих поведінкових реакцій інтегральної результативності, впливаючи з: 1) характеру залежностей і значень випадкових відхилень від їх значень у всіх інших спостереженнях; 2) рівнянь, за якими відхилення приймають довільні значення від імовірнісних розподілів (фактично за кожним спостереженням випадкове відхилення може бути різним, однак не має бути причини, яка продукує значні відхилення за одних спостережень та менші або нульові за інших) [1, с. 49—50]; 3) покрокової процедури відбору факторів для формалізації значень регресійної моделі інтегральної результативності та розкриття невизначеності побудовою рівнянь регресії; 4) можливості для прогнозування результатів від потоку впливів факторів та корегувальних заходів із регулювання фінансового ринку. Для формалізації результативності фінансового ринку обирається коло факторів, яке: кількісно відмірюване; тісно пов'язане з результатом; не є інтерколінеарним; не є мультиколінеарним. Загальні кроки з відбору факторів у рівняння є класичними (табл. 1).

Такі кроки, очікувано, враховують значення вартісних виразів фінансових активів (у) та все коло факторів ( $x_1...n$ ), що значно впливають на них (користуючись результатами теоретичної та кількісної оцінки). Водночас специфічним щодо окресленої площини є те, що основна увага у кількісному відборі багатофакторним дисперсійним аналізом приділяється перевірці гіпотези про рівність математичних очікувань вихідного контрольованого параметра (у) за різних комбінаціях факторів (що виз-

начається як обчислювальний експеримент). Це пов'язане з тим, що результативність часто визначається одночасним впливом кількох незалежних змінних (факторів). При такому відборі може бути вивчений інтегральний ефект від взаємодії кількох змінних.

Після відбору факторів формується форма їх зв'язку з інтегральною результативності фінансового ринку, виражена системою рівнянь регресії за всіма комбінаторними конфігураціями. Ці рівняння формалізують вектори можливих поведінкових реакцій інтегральної результативності фінансового ринку із врахуванням зміни найбільш значущих випадкових величин в умовах невизначеності або  $s$ . Закономірно, набір інструментів та алгоритмів загальної формалізації інтегральної результативності у системах рівнянь регресії полягають у пошуку векторів оцінок коефіцієнтів регресії (які окреслюють спрямованість лінійних рівнянь регресії, користуючись із матриці парних коефіцієнтів кореляції) та оцінці тісноти зв'язку між ознаками рівнянь регресії (користуючись із множинного коефіцієнта кореляції). Коштом рівнянь регресії можна провести реакційний аналіз показників результативності функціонування операційного середовища фінансового ринку. В основі такого аналізу має лежати теорія реакційних модуляцій, яка полягає у тому, що усі ключові операції фінансового ринку спрямовані на отримання результа-

ту, а їх реакційність підпорядкована тим самим факторам, що і його результативність (яка певним чином корегує попит та пропозицію на базові активи фінансового ринку). Така подвійність формує можливість визначення результативних змін ключових операцій фінансового ринку за їх регресійними зв'язками зі змінними інтегральної результативності. При цьому кожна змінна, що впливає на ключову операцію є основою для формування окремого рівняння регресії або модуляції (логіка реакцій за змістом матриці парних коефіцієнтів кореляції утворює реакційну модуляцію). Прогнозування можливих поведінкових реакцій інтегральної результативності фінансового ринку України має містити саме ту кількість рівнянь множинної регресії та реакційних матриць, які інтегрально відбиватимуть більшість процесів зміни вартісних характеристик основних активів фінансового ринку та ключових операцій із ними, зокрема за значенням коефіцієнтів детермінації або  $R^2$ .

Матриця парних коефіцієнтів кореляції забезпечує формалізацію логіки реакцій інтегральної результативності фінансового ринку за векторами оцінок властивих йому коефіцієнтів регресії. Важливо окреслити: 1) одиничні фактори, що є найбільш значущими для продукування реакційної здатності та форми реагування вартісних виразів за абстрактними кореляційними зв'язками з одиничними факторами. Це дозволяє спростити картину явища, яке досліджується (розглядати зв'язки з факторами у "чистому вигляді"); 2) можливі перетини впливів одиничних факторів, що є найбільш значущими для продукування загальної реакційної здатності. Це дозволяє спростити картину реакцій інтегральної результативності на збурення фінансового ринку, що поширюються у зв'язку з дією комбінацій одиничних факторів.

Матриця є засобом первинної перевірки рівняння регресії за параметрами інтегральної результативності на тісноту зв'язку за величиною приросту/зниження вартості активів ( $y$ ) та всіх змінних у часі ( $x$ ), що здійснюється в межах загальної формалізації інтегральної результативності. Зокрема, на основі даного інструменту визначаються множинні коефіцієнти кореляції, перевіряється їх значущість, здійснюється первинний відбір факторних ознак у модель.

Водночас формалізація — це процес подання інформації щодо інтегральної результативності фінансового ринку у такому її розрізі, який є достатнім, щоб визначити загальні закони та правила її зміни та ідентифікувати можливі процеси дестабілізації

фінансового ринку. Нами наголошується на потребі використання в обчислювальному експерименті широкого набору аналітичних інструментів, серед яких: інструменти поглибленої формалізації законів впливу факторів, що визначають зміст рівняння регресії; інструменти поглибленої формалізації якості побудованого рівняння регресії; інструменти із визначення передумов методу найменших квадратів. Розглянемо зміст інструментів та окремих алгоритмів та їх практичну застосовність для кожної з окреслених вище груп.

До групи інструментів поглибленої формалізації законів впливу факторів, що визначають зміст рівняння регресії, віднесено ті, що, у першу чергу, доступні після побудови лінійної (множинної) залежності, а саме:

1) рівняння регресії в стандартному масштабі (із виділенням стандартизованих  $\beta$ -коефіцієнтів). Інструмент виділений у межах цієї групи, оскільки за його змістом визначають значення загального та приватних коефіцієнтів регресії в природному масштабі. За збіжністю цих коефіцієнтів можна ідентифікувати доцільність об'єднання кількох вибірок  $x/y$  (за комбінаторними множинами) в одну, з метою побудови єдиного рівняння регресії.

2) Основні методи, що спрямовують дію інструменту, — це: стандартизовані значення досліджуваних змінних; регресійні залежності у стандартному масштабі; оцінка загального коефіцієнта регресії; оцінки приватних коефіцієнтів регресії прямого та опосередкованого впливу. Водночас застосовність рівняння дозволяє значно скоротити кількість моделей регресії за параметрами інтегральної результативності при незмінній кількості вибірок значень вартісних виразів результативності та змінних (факторних ознак).

3) приватні коефіцієнти еластичності та порівняльна оцінка впливу аналізованих чинників на результативну ознаку рівнянь регресії за параметрами інтегральної результативності (користуючись із коефіцієнтів роздільної детермінації). Цей інструмент виділено, оскільки за їх алгоритмами (табл. 2) чітко вимірюється:

— на який середній відсоток зміниться вартісний вираз фінансових активів фінансового ринку (за незмінності інших факторів), якщо конкретний фактор впливу у гіперплощині змінить своє значення на 1%;

— на який середній відсоток у сукупності зміниться вартісний вираз фінансових активів

Таблиця 2. Характеристика інструменту та алгоритмів оцінки еластичності та порівняльної оцінки впливу аналізованих чинників на результативну ознаку

Складові інструменту оцінки еластичності та впливу змінних	Алгоритми формалізації значень	Економічний зміст алгоритму	Умовні позначення, що наявні в алгоритмах	Практична застосовність інструментів до формалізації
Приватні коефіцієнти	$E_i = b_j \frac{\bar{x}_j}{\bar{y}_{x_1 \dots x_n}}$ *	Вимірюють, на який конкретно середній відсоток зміниться вартісний вираз фінансових активів (за незмінності інших факторів), якщо конкретний фактор впливу у гіперплощині змінить своє значення на 1%. Якщо $E_i < 1$ вплив на результативну ознаку $Y$ незначний.	$b_j$ - коефіцієнт регресії для фактора $x_j$ в рівнянні множинної регресії; $\bar{x}_j$ - середнє значення фактору $x_j$ в рівнянні множинної регресії; $\bar{y}_{x_1 \dots x_n}$ - середнє значення вартісного виразу фінансових активів;	Дозволить сформувати схему потоку впливів факторів. Дозволить сформувати схему корегувальних заходів із регулювання фінансового ринку (через зміни режимних параметрів таргетування інфляції та грошової маси; корегування пропозиції кредитів*).
Коефіцієнти роздільної детермінації	$\sum d_{xi} = R^2$ , $\sum d_i = \sum \gamma_i \beta_i$ , де	Вимірює, на який конкретно середній відсоток у сукупності зміниться вартісний вираз фінансових активів від своєї середньої величини при зміні фактора $x_i$ на 1% від свого середнього значення.	$d_i$ - частку кожного фактора в загальній варіації зміни зміниться вартісний вираз фінансових активів; $\beta_i$ - показник змін щодо величини фактора на одне середньоквадратичне відхилення $S_{x_i}$ та значення результативної ознаки (або на $\beta$ середньоквадратичного відхилення).	

Примітка:

\* цільовий показник обмінних курсів валюти з урахуванням лібералізації валютної політики не потребує схеми потоку впливів  
Джерело: сформовано на основі [2, с. 200-315].

фінансового ринку від своєї середньої величини при зміні фактора  $x_i$  на 1% від свого середнього значення.

Дані за окресленими показниками придатні не тільки для порівняння один з одним. Вони формують ідеальний масив даних для побудови схем потоків позитивних та негативних впливів на інтегральну результативність. Складовою таких схем є дії упередження процесів дестабілізації у формуванні та перерозподілі вільних фінансових ресурсів, які формуються шляхом зміни режимних параметрів проведення конкретних регуляторних операцій на фінансовому ринку;

4) точковий та інтегральний прогнози. Ці інструменти виділені у межах групи, оскільки забезпечують можливості прогнозування результатів від дії факторів та реакційності операційного середовища фінансовому ринку (за його ключовими операціями). Ці інструменти мають прості алгоритми формалізації змін випереджувальних вартісних значень результативності (табл. 3).

Відтак вважаємо, що у такому поданні вони досить інформативні у:

— випереджальному відбитті дійсної інтегральної результативності, придатному для оцінки схем пристосування відповідних значень фінансового ринку до майбутнього (виділити можливий біхевіоризм реакцій фінансового ринку на дію ключових факторів впливу, визначити зміни значень кожної ключової операції). За допомогою прогнозів можна сформувати комплекс аргументованих пропозицій щодо забезпечення функціонування операційного середовища фінансового ринку за позитивного чи негативного впливу змінних на конфігурації ринку;

— оцінках схем пристосування значень результативності фінансового ринку до майбутнього (схема розвитку цього внутрішнього середовища за тенденціями та з урахуванням реакційності). Комплекс аргументованих пропозицій щодо мінімізації впливу реакційності на конфігурації ринку може бути виражений у кількісній та якісній формах (особливо, якщо

Таблиця 3. Характеристика інструментів та алгоритмів застосування точкового та інтегрального прогнозів до формалізації інтегральної результативності

Інструменти застосування точкового та інтегрального прогнозів	Алгоритми формалізації значень прогнозів	Економічний зміст алгоритму	Умовні позначення, що наявні в алгоритмах	Практична застосовність інструментів та алгоритмів в формалізації
Точкові прогнозні значення	$y_{ip} = a + b \cdot x_{ip}$ , де $y = a + b$ – початкове рівняння з фактором $b$ , щодо якого очікуються зміни	Формуються щодо зміни вартісного значення результативності $y_i$ , шляхом підставлення в рівняння її регресії відповідних (прогнозних) значень $x_j$	$y_{ip}$ – прогнозні зміни вартісного значення результативності; $x_{ip}$ – прогнозні значення фактору впливу; $a + b$ – початкове рівняння	Можливості для прогнозування ефектів від дії факторів та конкретних регуляторних операцій на фінансовому ринку.
Довірчого прогнозного інтервалу	$y_{ip} \pm t_{\text{мобл}} \times m_{y_{ip}}$ , де $m_{y_{ip}} = \sigma_{\text{ост}} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_{ip} - \bar{x})^2}{\sum (x - \bar{x})^2}}$	Формуються щодо зміни вартісного значення результативності шляхом визначення його нижньої та верхньої меж (або $y_{\text{мін}}$ , $y_{\text{мак}}$ ), що містить точну величину для прогнозного значення $y_i$ за вірогідністю змін $y_i$ та всіх $x_j$ .	$m_{y_{ip}}$ – стандартна помилка прогнозу щодо зміни результативності; $y_{ip}$ – величина прогнозного значення $y_i$ ( $y_{\text{мін}} < y_i < y_{\text{мак}}$ ) за вірогідністю змін $y_i$ та всіх $x_j$ .	Можливості для оцінки схем пристосування значень фінансового ринку до майбутнього.

Джерело: сформовано на основі [2, с. 200-315; 5, с. 91, 6].

різниця у прогнозах є досить значущою і не може бути значно мінімізована дією інших факторів).

Набуття прогностичною моделлю якості відбувається коштом: загальних прогнозних матриць парних коефіцієнтів кореляції; приватних коефіцієнтів кореляції та значень їх очікуваної значущості.

До групи інструментів, що сприяють поглибленій формалізації якості побудованого рівняння регресії, виділені ті, що ідентифікують можливі помилки в його структурі. Зокрема, інструменти та алгоритми формалізації якості рівняння регресії за параметрами інтегральної результативності, орієнтовані на: абсолютну помилку апроксимації або MARE (якщо  $MARE < 10\%$  — це модель високої точності, якщо  $10\% < MARE < 20\%$  — це модель достатньої точності; якщо  $20\% < MARE < 50\%$  — це модель задовільної точності; якщо  $MARE > 50\%$  — це модель вкрай неточна); значущість коефіцієнтів регресії (коефіцієнт  $b_i$ ;  $t$ -статистика, критерій Стьюдента) та довірчий інтервал; F-статистику та критерій Фішера; приватні F-критерії (або F-тест). Рівняння якісні, якщо є висока ймовірність того, що при

серії досліджень результативності фінансового ринку сформується аналогічна зміна середньої величини ознаки в залежності від  $x$ , а саме з тими ж самими коефіцієнтами  $a_0$  та  $a_1$  (значення яких можуть коливатися лише у заданих межах).

До групи інструментів із визначення передумов методом найменших квадратів (МНК) віднесено: тестування і усунення мультиколінеарності (алгоритм Фаррара-Глобера); перевірку наявності гетероскедастичності (гомоскедастичності), за методом графічного аналізу та за тестом рангової кореляції Спірмена; перевірку наявності автокореляції.

Поглиблена перевірка рівняння на наявність мультиколінеарності реалізується за 3-х рівневою, алгоритмічною моделлю Фаррара-Глобера, за якою тестуються наступні види мультиколінеарності: для всіх факторів (ітерація  $\chi^2$  —  $x_i$ -квадрат); для кожного фактора з іншими (ітерація критерій Фішера); для кожної пари факторів (ітерація критерій Стьюдента).

При цьому ітерації тестувань підтримуються до моменту відбору такої сукупності фак-

торів, між якими відсутні лінійні взаємозв'язки двох або декількох пояснюючих змінних. Закономірно, наявна ітераційність перевірки рівняння регресії за параметрами інтегральної результативності на мультиколінеарність, що паралельно дозволяє реалізувати покрокову процедуру відбору факторів для формалізації значень інтегральної результативності.

Перевірка рівняння регресії за параметрами інтегральної результативності на наявність гетероскедастичності визначається за ознакою постійності дисперсійних відхилень [7, с. 256—278].

Невиконання окресленої умови дозволяє формалізувати рівняння як гомоскедастичне або таке, що має непостійні дисперсійні відхилення. Інструменти та алгоритми такої перевірки реалізуються за напрямками графічного аналізу або кількісно (за тестом рангової кореляції Спірмена). При цьому вони орієнтовані на наближену формалізацію рівнянь, у яких відхилення приймають довільні значення щодо деяких імовірнісних розподілів.

Кількісний алгоритм є більш точним, однак чим більша кількість однакових рангів за змінними, тим менш точними є значення коефіцієнту рангової кореляції Спірмена.

Поглиблена перевірка наявності автокореляції у рівнянні регресії за параметрами інтегральної результативності (що визначає характер залежності значень випадкових відхилень від значень відхилень у всіх інших спостереженнях) має здійснюватися у межах органічного поєднання різних інструментів та алгоритмів, зокрема (: візуального (графічного); коефіцієнтного; критеріального (користуючись критерієм Дарбіна-Уотсона).

При цьому критерій Дарбіна-Уотсона є основним у визначенні автокореляції. Він є найбільш точним (фактичні значення зіставляються з критичними значеннями, які визначаються на основі таблиць Дарбіна-Уотсона) [8, с. 246]. За формалізацією значень можлива: позитивна автокореляція, яка є наслідком постійності впливу неврахованих у рівнянні факторів; негативна автокореляція, яка є наслідком сезонних коливань вартісного значення (означає, що за позитивним відхиленням наявне негативне й навпаки [9, с. 43—122; 10, с. 2412—250]).

Інтегральна результативність має один стан, який є наслідком дії нової інформації щодо факторів впливу та випадковості розподілу співвідношень ризиків.

Враховуючи те, що інтегральна результативність має один стан, який є наслідком дії

нової інформації щодо факторів впливу та випадковості розподілу співвідношень ризиків. Відтак у цій площині ефективна стохастична формалізація. Хоча немає впевненості у значенні вимірюваних змінних, завжди є усереднений шаблон, завдяки якому буде реалізований статичний аналіз. Результат такого аналізу є неточним, однак він визначатиме всі можливі поведінкові реакції інтегральної результативності фінансового ринку, як ознаки у, із врахуванням зміни найбільш значущих випадкових величин або змінних  $x$ , в умовах невизначеності або  $s$ .

### **ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ**

Інтегральна результативність формується в стохастичному середовищі фінансового ринку, а отже, має один стан, який є наслідком дії нової інформації щодо факторів впливу та випадковості розподілу співвідношень ризиків. Відтак, алгоритми формалізації результативності та визначення процесів дестабілізації фінансового ринку у стохастичних моделях базуються на поєднанні кореляційно-регресійного аналізу результативності фінансового ринку з реакційними модуляціями. За таких умов можуть бути сформовані такі стохастичні макромоделі результативності фінансового ринку, які дозволяють формалізувати вплив непередбачуваних та несприятливих подій, що виникають внаслідок адаптивності ринку та його операційного середовища за вартісними характеристиками активів, а також проаналізувати здатність абсорбції дестабілізаційних процесів за рахунок своєчасного запровадження коригувальних заходів. Відмінність даної моделі полягає у її придатності до оцінки та прогнозування змін ключових параметрів операційного середовища фінансового ринку з урахуванням залежностей від ключових факторів впливу.

#### **Література:**

1. Серажим Ю. Застосування теорії формалізації у дослідженнях економічних процесів у світовому господарстві. Економічний аналіз. 2020. Т. 30 (3). С. 47—55.
2. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. Бином-Пресс. 2007. 512 с.
3. Борзенко О. О. Структурні деформації на світових фінансових ринках після 1990-х років: монографія. Вінниця: ТОВ "ТВОРИ", 2019. 448 с.

4. Довірчий інтервал за рівнянням інтегральної результативності депозитного ринку через зміну середньої ставки за депозитами (іноземна валюта). Масив даних MODELAT. URL: <https://docs.google.com/document/d/1WU5W73XH7jP-NSV7ULsBWcmwQUAPNqKp/edit?usp=sharing&oid=-109436958646955679152&rtpof=true&sd=true>

5. Сухоруков А.І., Харазішвілі Ю.М. Моделювання та прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів України: монографія. К.: НІСД, 2012. — 368 с.

6. Про фінансові послуги та державне регулювання ринків фінансових послуг: Закон України, редакція від 11.02.2022, № 2664-III. Верховна рада України. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/ed\\_2010\\_12\\_02/T012664.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ed_2010_12_02/T012664.html)

7. Hill, R. Carter; Adkins, Lee C. Collinearity. У Baltagi, Badi H. A Companion to Theoretical Econometrics. Blackwell. 2001. С. 256—278.

8. Бакарджиев О.Р., Комаров А.О. Особливості оцінки результатів регресійного аналізу. Техніка в сільському господарстві, галузеве машинобудування, автоматизація, 2015. Вип. 28. С. 237—244.

9. Copeland T., Weston I. F. Financial Theory and Corporate Policy Addison — Wesley, Reading M. A., 1983.

10. Carter, M.W., & Price, C.C., & Rabadi, G. Operations research: a practical approach. Boca Raton: CRC Press. 2019, 471 p.

11. Іртіщева І.О. Стратегія розвитку фінансово-кредитного забезпечення агропродовольчої сфери України: монографія. Миколаїв: Дизайн та поліграфія, 2012. 256 с.

12. Крамаренко І.С. Формування та розвиток регіонального інвестиційного потенціалу в умовах структурних трансформацій економіки: теорія, методологія та практика: монографія. Миколаїв: ФОП Швець, 2019. 356 с.

13. Іртіщева І.О. Факторинг як напрям стратегічного розвитку фінансового забезпечення агропродовольчої сфери. Вісник ХНАУ. 2011. № 8. С. 16—21

#### References:

1. Serazhim, Yu. (2020), "Application of the theory of formalization in studies of economic processes in the world economy", Economic analysis, Vol. 30 (3), pp. 47—55.

2. Halafyan, A. A. (2007), STATISTICA 6. Statystycheskyj analiz dannykh [STATISTICA 6. Statistical analysis of data], Bynom-Press, Ukraine

3. Borzenko, O. O. (2019), Strukturni deformatsii na svitovykh finansovykh rynkakh pislia 1990-kh

rokov [Structural deformations on world financial markets after the 1990], LLC "CREATIONS", Vinnytsia, Ukraine.

4. MODELAT data array (2022), "Confidence interval according to the equation of the integral performance of the deposit market due to the change in the average rate on deposits (foreign currency)", available at: <https://docs.google.com/document/d/1WU5W73XH7jP-NSV7ULsBWcmwQUAPNqKp/edit?usp=sharing&oid=-109436958646955679152&rtpof=true&sd=true> (Accessed 4 Aug 2022).

5. Sukhorukov, A.I. and Kharazishvili, Y.M. (2012), Modeliuvannia ta prohnozuvannia sotsial'no-ekonomichnoho rozvytku rehioniv Ukrainy [Modeling and forecasting of socio-economic development of the regions of Ukraine], NISD, Kiev, Ukraine

6. Verkhovna Rada of Ukraine (2022), Law of Ukraine "On financial services and state regulation of financial services markets", available at: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/ed\\_2010\\_12\\_02/T012664.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ed_2010_12_02/T012664.html) (Accessed 4 Aug 2022).

7. Baltagi, Badi H. A (2001), "Companion to Theoretical Econometrics", Blackwell, pp. 256—278.

8. Bakardzhiev, O.R. and Komarov, A.O. (2015), "Peculiarities of evaluating the results of regression analysis", Machinery in agriculture, industrial machine building, automation, Vol. 28, pp. 237—244.

9. Copeland T., Weston I.F. (1983), Financial Theory and Corporate Policy Addison — Wesley, Reading, USA.

10. Carter, M.W., Price, C.C. and Rabadi, G. (2019), Operations research: a practical approach, CRC Press, Boca Raton, USA.

11. Irtysheva, I.O. (2012), Stratehiia rozvytku finansovo-kredytnoho zabezpechennia ahroprodovol'choi sfery Ukrainy [Strategy for the development of financial and credit provision of the agri-food sector of Ukraine], Design and printing, Mykolaiv, Ukraine.

12. Kramarenko, I.S. (2019), Formuvannia ta rozvytok rehional'noho investytsijnoho potentsialu v umovakh strukturnykh transformatsij ekonomiky: teoriia, metodolohiia ta praktyka [Formation and development of regional investment potential in conditions of structural transformations of the economy: theory, methodology and practice], FOP Shvets, Mykolaiv, Ukraine.

13. Irtysheva, I.O. (2011), "Factoring as a direction of strategic development of financial support of the agro-food sector", KHNAU Bulletin, vol. 8, pp. 16—21.

*Стаття надійшла до редакції 13.01.2023 р.*