

## CHAPTER «ECONOMIC SCIENCES»

### MODERN METHODS OF THE BANK'S INVESTMENT DEVELOPMENT BASED ON THE PAIR TRADING MODELS

### СУЧАСНІ МЕТОДИ ІНВЕСТИЦІЙНОГО РОЗВИТКУ БАНКУ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ ПАРНОГО ТРЕЙДИНГУ

Inna Viadrova<sup>1</sup>

Irina Bitner<sup>2</sup>

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-049-0-5>

**Abstract.** The article deals with the problem of analysis of banking activity and modern methods of investment development of the bank based on pairs trading models. The essence of the pair trading method as one of the most popular and qualitative methods of investment paper quality analysis is disclosed. The basis of the pairing trading method is defined as the beta-neutral portfolio strategy, which consists of creating a portfolio with a beta coefficient equal to zero, and the main advantage of which is the complete independence of the final paper yield from the market yield, it is only dependent on the future ratio of the value of one security to another.

For the successful introduction of this method in banking activity, a clear algorithm for the construction of a paired trading model based on economic-mathematical methods and models is proposed. The proposed algorithm contains three stages in which the following steps are to be taken: analysis and selection of securities; development of a pairing trading model; development and regulation of the selected strategy.

The implementation of the proposed algorithm begins with the selection of statistical data on the prices of securities, provides for the verification of

---

<sup>1</sup> Ph.D. of Economics, Professor,  
Department Banking Business and Financial Services,  
V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

<sup>2</sup> Ph.D. of Economics, Associate Professor,  
Department Banking Business and Financial Services,  
V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

data on stationarity, as well as the identification of a system for combining series, and the analysis of coefficients of the matching between prices of securities. As a result of the steps taken, pairs of securities are selected that are more closely related and a full economic analysis of the pairs is made, and the parameters of co-integration equations to pairs of paper are selected, evaluated and analyzed then the errors of the co-integration model are checked for stationary.

In the work models of pairs trading are constructed for the realization of an aggressive strategy of trade spreads. In order to build an effective strategy for pairing trading, data on prices of securities, which are the most attractive to Ukrainian banks, namely, US Treasury bonds, have been examined.

The hypothesis being tested in the paper is that it is necessary to identify a pair of securities with a sufficiently strong dependency where one should have a rapid growth or decline relative to the other, after which the sale of the revalued security and the purchase of the undervalued security is mandatory. The study found that for each pair of Treasury bonds, the ratio was satisfactory. This indicates that the resultant securities pairs are suitable as an investment that, with a well-designed strategy, will allow the bank to obtain optimum returns.

The final step of the algorithm is the analysis of the results obtained, which includes a comprehensive analysis of the conducted research and effective decision-making. The application of the proposed algorithm will allow banks to make informed decisions on the choice and regulation of the strategy in exchange market changes in order to obtain a low level of risk and a high level of profit.

### 1. Вступ

Одним з важливих показників розвитку країни є позитивний розвиток банківської системи. На даному етапі розвитку економіки в Україні грошово-кредитна система має важкі структурні зміни, які мають вплив на функціонування банків країни. Від рівня розвитку банківського сектора, його здатності надавати комплекс операцій, що відповідають світовим стандартам банківського сервісу, залежить як розвиток економіки країни в цілому, так і конкурентна позиція самого банківського сектору України в світовій фінансовій системі. Українські банки все більше наближаються до міжнародних вимог з управ-

ління ризиками і якості банківських продуктів, а отже, у сучасних умовах розвитку банківської системи потребують ефективного управління на основі якісного аналізу. Особлива увага має приділятися формуванню та управлінню інвестиційним портфелем банку, за допомогою якого забезпечується оптимальне співвідношення дохідності та ризику інвестицій.

Сприятливий розвиток, ліквідність та надійність банківської системи залежить від проведення якісних аналітичних робіт, які дають реальну оцінку результатів роботи банку, виявляють сильні та слабкі сторони, надають конкретні шляхи вирішення проблем. Аналіз діяльності банку дає змогу сформувати базу, яка надає можливість сформувати управлінські рішення на будь-якому етапі розвитку банку. Аналіз супроводжує виконання великої кількості банківських операцій, він підтримує забезпечення прибутковості та ліквідності банку, допомагає витримати конкуренцію та завоювати довіру клієнтів. Без комплексного аналізу банку як системи рішення щодо його поведінки у скрутних ситуаціях є важким. Також аналізуючи потік даних стосовно будь-якої діяльності банку, є можливість побудувати найбільш якісний прогноз, що також дає змогу приймати оптимальні рішення.

Якісний аналіз банківської діяльності підприємства неможливий без застосування економіко-математичних методів та моделей. Економіко-математичне моделювання є фундаментальним блоком в алгоритмі аналізу діяльності банку. Отже, предметом дослідження даної статті є моделі оцінки та аналізу інвестиційної діяльності як важливої сфери діяльності будь-якого банку.

Питання сутності інвестиційного портфеля, специфіку та механізму управління інвестиційним портфелем, види та інструментарій реалізації інвестиційної політики банку детально розглядали такі вчені, як Т. Я. Андрейків, В. А. Гарбар, Ж. В. Гарбар, О. Д. Науменко, Н. О. Слободянюк та ін. [2; 4; 11].

Інвестиційна діяльність банку являє собою вкладення грошових та інших резервів в цінні папери, нерухомість, уставні фонди, а також інші об'єкти для вкладень, ринкова вартість яких має можливість росту, з метою отримання від них дивідендів, відсотків, також прибутку від продажів. Однією з основних цілей інвестиційної діяль-

ності банку є розширення своїх можливостей впливу, розширення та змін в дохідній базі банку, прийняття активної участі на ринку цінних паперів, зниження ризиків, за рахунок збільшення клієнтської бази та розширення видів операцій [3; 5]. Велику увагу при інвестуванні необхідно приділяти процесу прийняття рішень банком на ринку цінних паперів, тобто процесу планування, аналізу та регулювання складу портфелю с цінними паперами з метою підтримки його ліквідності, мінімізації ризику та витрат. Для якісного складання інвестиційного портфелю необхідно дотримуватись певного алгоритму дій (рис. 1) [3; 6–7; 9].

### 2. Сутність методу парного трейдингу

Як вже було зазначено вище, якісна будова інвестиційного портфелю є важливим інструментом для здобуття банком прибутку.

Але задля складання ефективного інвестиційного портфелю недостатньо тільки спиратись на теоретичні результати аналізу. Існує ряд ефективних методів, які дають змогу ретельного аналізу для будь якого портфелю, з будь яким набором цінних паперів.

Одним із найпопулярніших та найякісніших методів аналізу якості інвестиційного паперу є метод парного трейдингу [1; 13]. Нижче більш детально розглянемо цей метод. Парний трейдинг являє собою нейтральну ринкову інвестиційну стратегію, яка основана на оформленні арбітражних угод, відштовхуючись від сильно корелюючих між собою цінних паперів. Тобто головна думка парного трейдингу полягає в тому, що необхідно виявити пару цінних паперів з достатньо великою залежністю, де один мав би стрімкий ріст чи спад по відношенню до іншого, після чого обов'язковою умовою є продаж переоціненого цінного паперу та купівля недооціненого цінного паперу. Так формується бета-коефіцієнт, індекс, який означає ринковий ризик, що відображає зміни в доході цінних паперів у порівнянні з середньою дохідністю портфелю, та навпаки [1].

Стратегія бета нейтрального портфеля складається в створенні портфеля з бета-коефіцієнтом, що дорівнює нулю. Головна перевага даної стратегії – це практично повна незалежність підсумкової прибутковості паперу від прибутковості ринку, а залежність тільки від майбутнього відношення вартості одного цінного паперу до іншого.

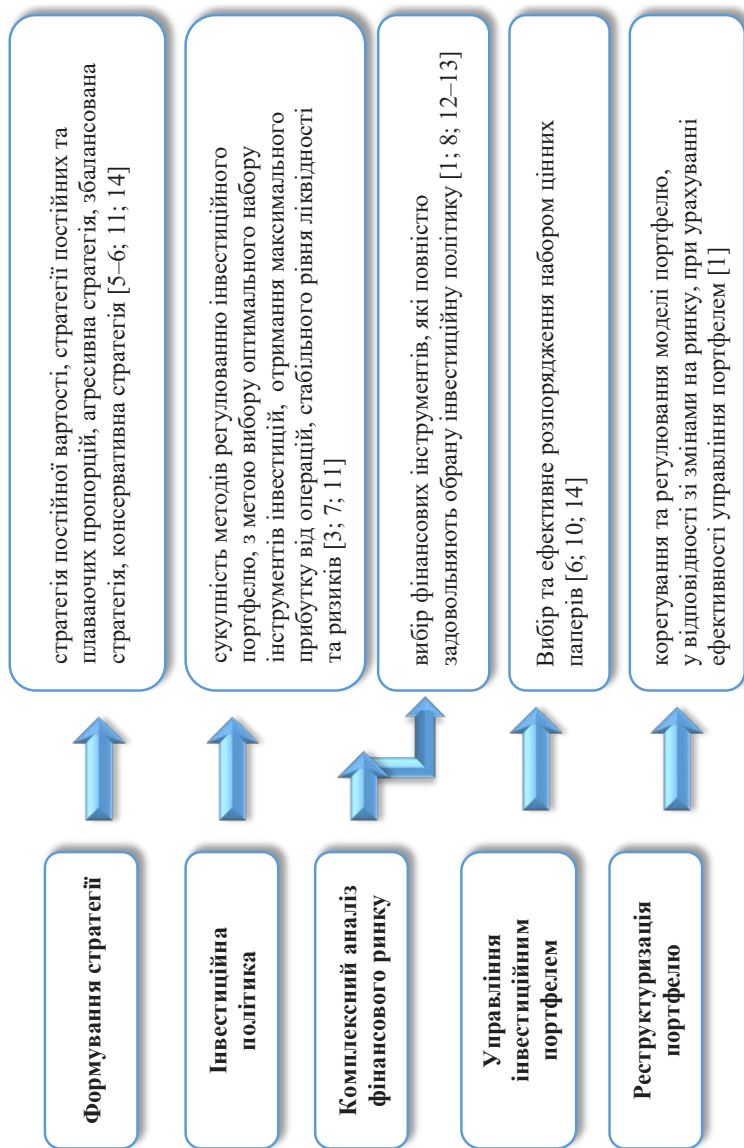


Рис. 1. Етапи формування інвестиційного портфелю

Джерело: складено автором на основі [3; 6–7; 9]

### 3. Модель парного трейдингу в банківській діяльності

Для якісної розробки стратегії торгів необхідно розробити чіткий алгоритм проведення аналізу. Нижче розглянемо етапи почергової побудови моделі парного трейдингу [1; 12–13] (рис. 2).

Етап 1. Аналіз та вибір цінних паперів.

Даний етап передбачає вибір статистичних даних щодо цін на цінні папери.

Етап 2. Розробка моделі парного трейдингу.

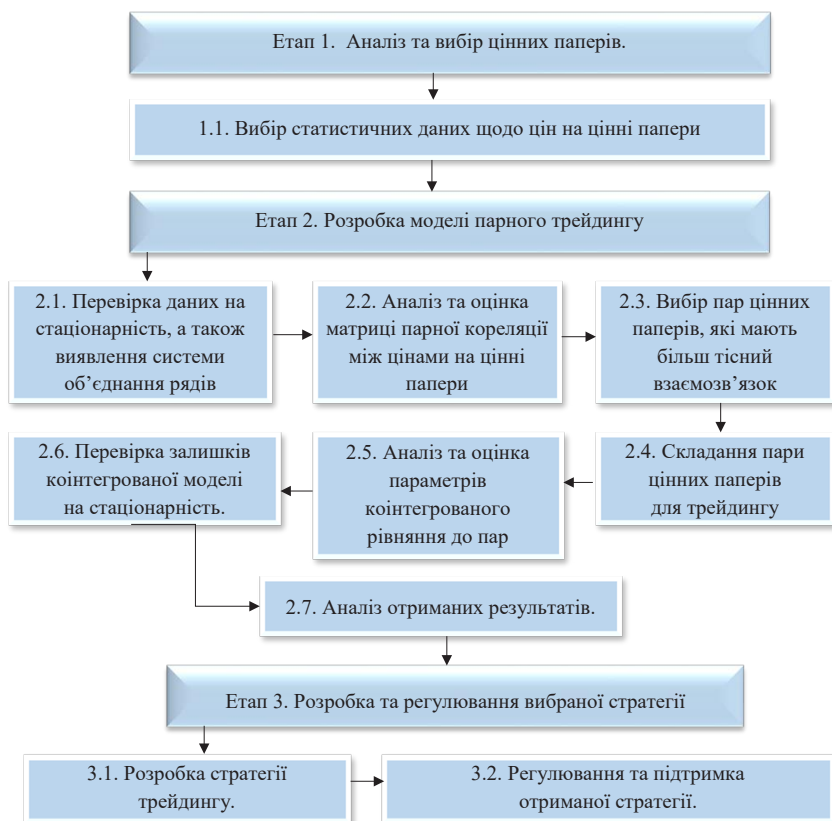


Рис. 2. Етапи розробки моделі парного трейдингу

Джерело: власна розробка авторів

Даному етапу відповідають наступні кроки:

1. Перевірка даних на стаціонарність, а також виявлення системи об'єднання рядів.

2. Аналіз та оцінка матриці парної кореляції між цінами на цінні папери.

3. Вибір пар цінних паперів, які мають більш тісний взаємозв'язок. Після реалізації другого кроку, тобто після розрахунку матриці парної кореляції, можна здійснити вибір пари з найбільш тісним зв'язком.

4. Складання пари цінних паперів для трейдингу. Етап складання пар цінних паперів базується на попередньому кроці, при цьому проводиться повний економічний аналіз пар, що були відібрані на етапі 1.

5. Аналіз та оцінка параметрів коінтегрованого рівняння до пар. Коінтеграція являє собою певну властивість часового ряду, яке полягає в існуванні їх лінійної комбінації. Для перевірки на коінтеграцію прийнято використовувати такі тести як тест Дікі – Фуллера, Філіпса – Перрона, Лейбурна та Шмідта – Філіпса. Найрозповсюдженішим з них є тест Дікі – Фуллера [8; 12–13].

6. Перевірка залишків коінтегрованої моделі на стаціонарність.

Тест Дікі – Фуллера є необхідним при перевірці гіпотези про наявність одиничних коренів. Перевіркою наявності одиничних коренів прийнято називати задачу перевірки основної гіпотези виду

$H_0$ : в моделі авторегресії першого порядку:  $y_t = a + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$ .

Для даного ряду справедливі наступні припущення:

часовий ряд  $y_t$  є стаціонарним, якщо виконується умова  $-1 < \rho < 1$ ;

часовий ряд  $y_t$  є нестаціонарним і являє собою модель з випадковим трендом, якщо виконується умова  $\rho = 1$ ;

часовий ряд  $y_t$  також є нестаціонарним, якщо виконується умова  $\rho > 0$ .

Якщо у результаті залишки моделі виявляються стаціонарними, то отриману модель можливо використовувати для прийняття рішень.

7. Аналіз отриманих результатів. Аналіз отриманих результатів включає в себе комплексний аналіз проведеного дослідження на етапах 1–2, задля прийняття ефективних рішень.

Етап 3. Розробка та регулювання вибраної стратегії

Даний етап передбачає підтримку та регулювання стратегії при змінах на біржових ринках, задля отримання низького рівня ризиків та високого рівня прибутку.

#### 4. Побудова ефективної стратегії парного трейдингу

Розглянемо результати побудови моделі парного трейдингу для реалізації агресивної стратегії торгівлі спредом. Для того, щоб побудувати ефективну стратегію парного трейдингу, візьмемо дані по цінам на цінні папери, які є найбільш привабливими для українських банків. Тобто, в якості об'єкту дослідження розглянемо казначейські облигації США.

Далі в роботі використовуються наступні умовні позначення:

price\_T6125 – динаміка номінальної ціни облигації з постійним купоном 6,125 %, що буде погашена у 15.11.2027 році;

price\_T5375 – динаміка номінальної ціни облигації з постійним купоном 5,375 %, що буде погашена у 15.12.2031 році;

price\_T6375 – динаміка номінальної ціни облигації з постійним купоном 6,375 %, що буде погашена у 15.18.2027 році.

Модель реалізована на вихідних даних за 2019–2020 рр. Кожен часовий ряд містить дані щодо значень цін на відповідні активи з десяти хвилинним інтервалом. На рис. 3 представленні результати побудови матриці коефіцієнтів парної кореляції, на якому бачимо, що кожній парі активів притаманно високий рівень зв'язку, що свідчить про необхідність здійснення детального аналізу кожної з пар.

	PRICE_T5375	PRICE_T6125	PRICE_T6375
PRICE_T5375	1.000000	0.995210	0.996228
PRICE_T6125	0.995210	1.000000	0.997092
PRICE_T6375	0.996228	0.997092	1.000000

**Рис. 3. Матриця парної кореляції цін на казначейські облигації США за 2019–2020 рр.**

*Джерело: власні розрахунки в PPP Statistica*

Першою розглянемо пару price\_T6125 – price\_T5375, динаміка відповідних цін зображена на рис. 4, проаналізувавши який бачимо, що ціни змінюються синхронно, лінії графіку майже повторюють одна одну. Така динаміка може свідчити про те, що ряди є коінтегрованими, тому виникає необхідність у перевірці кожного з них на стаціонарність.

Розрахункове значення  $t$  – статистики знаходиться на числовій осі правіше критичного значення при 1 %, 5 % і 10 % рівні значимості для кожного з рядів. Таким чином, проаналізовані ряди є інтегрованими



І порядку. На рис. 5-6 зображено результати застосування тесту Дікі – Фулера для аналізу рядів.

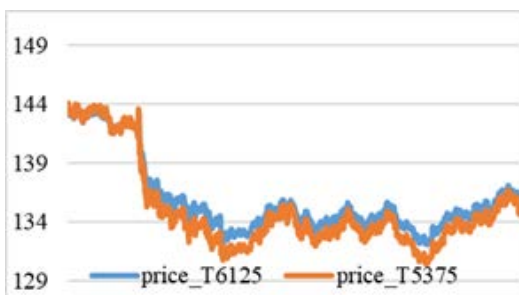


Рис. 4. Динаміка цін на пару price\_T6125 – price\_T5375

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on PRICE_T5375		
Null Hypothesis: PRICE_T5375 has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=37)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.348147	0.7855
Test critical values:		
1% level	-2.565196	
5% level	-1.940856	
10% level	-1.616678	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Рис. 5. Тести Дікі – Фулера при аналізі price\_T5375

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on PRICE_T6125		
Null Hypothesis: PRICE_T6125 has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=37)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.332855	0.7815
Test critical values:		
1% level	-2.565196	
5% level	-1.940856	
10% level	-1.616678	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Рис. 6. Тести Дікі – Фулера при аналізі price\_T6125

Динаміка спреду між  $price\_T6125$ -  $price\_T5375$  зображена на рис. 7, з якого бачимо, що спред не є стаціонарним, а також підтвердженням цього є розширений тест Дікі – Фулера, що зображено на рис. 8-10, де розрахунок t-статистики дорівнює  $-0,718$ , та є більшим, аніж будь яке теоретичне значення.



Рис. 7. Динаміка спреду між  $price\_T6125$ -  $price\_T5375$

На рис. 8 зображено тест Дікі – Фулера без екзогенної змінної, на рис. 9 – тест Дікі – Фулера з екзогенною змінною константою, на рис. 10 – тест Дікі – Фулера з екзогенними змінними константою та лінійним трендом.

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DELTA_T6125_T5375			
Null Hypothesis: DELTA_T6125_T5375 has a unit root			
Exogenous: None			
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=43)			
		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-0.718007	0.4059
Test critical values:	1% level	-2.565098	
	5% level	-1.940843	
	10% level	-1.616687	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Рис. 8. Тест Дікі – Фулера без екзогенної змінної

На основі даних рис. 8–10 представлено результати перевірки рядів на коінтегрованість, тобто побудована модель виду

$$price\_T6125 = b * price\_T5375,$$

з якої методом найменших квадратів було отримано оцінку коефіцієнта  $b = 1,0067$ . До залишків моделі, що були отримані методом найменших квадратів за формулою

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DELTA_T6125_T5375		
Null Hypothesis: DELTA_T6125_T5375 has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=43)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.431133	0.1331
Test critical values:	1% level	-3.430561
	5% level	-2.861518
	10% level	-2.566799

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Рис. 9. Тест Дікі –Фулера з екзогенною змінною константою

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DELTA_T6125_T5375		
Null Hypothesis: DELTA_T6125_T5375 has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=43)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.039388	0.5790
Test critical values:	1% level	-3.958572
	5% level	-3.410066
	10% level	-3.126759

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Рис. 10. Тест Дікі – Фулера з екзогенними змінними константою та лінійним трендом

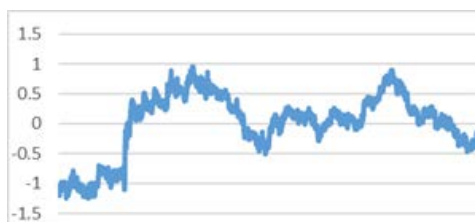


Рис. 11. Спред  $e = price\_T6125 - 1,00617 * price\_T5375$

$$e = price\_T6125 - 1,00617 * price\_T5375,$$

застосовано розширений тест Дікі – Фулера і побудовано графік (рис. 11), що підтверджує нестационарність ряду динаміки.

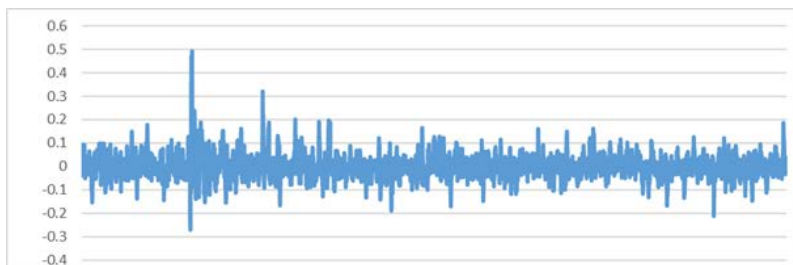
За результатами тесту, що зображений на рис. 12, бачимо, що гіпотеза стаціонарності ряду залишків відхиляється.

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on K_T6125_T5375		Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on K_T6125_T5375	
Null Hypothesis: K_T6125_T5375 has a unit root			
Exogenous: None			
Lag Length: 13 (Automatic - based on SIC, maxlag=43)			
t-Statistic	Prob.*	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-21.22401	Augmented Dickey-Fuller test statistic	-21.23055
Test critical values:		Test critical values:	
1% level	-2.565098	1% level	-3.430562
5% level	-1.940843	5% level	-2.861518
10% level	-1.616687	10% level	-2.566799
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.			
Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on K_T6125_T5375			
Null Hypothesis: K_T6125_T5375 has a unit root			
Exogenous: Constant Linear Trend			
Lag Length: 13 (Automatic - based on SIC, maxlag=43)			
t-Statistic	Prob.*	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-21.27413	Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.0000
Test critical values:		Test critical values:	
1% level	-3.956573	1% level	-3.410066
5% level	-3.410066	5% level	-3.126760
10% level	-3.126760	10% level	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.			

Рис. 12. Результати тесту Дікі – Фулєру

Джерело: власні розрахунки в *ППШ EvIEWS*

Далі, використавши коефіцієнт  $b$ , який розраховується для кожного поточного спостереження лише по попереднім  $n$  спостереженням, побудуємо новий спред між активами. На рис. 13. зображено спред, розрахований для  $n = 40$ .



**Рис. 13. Спред з динамічним коефіцієнтом**

*Джерело: власні розрахунки в MS Excel*

На рис. 14 зображено тест Дікі – Фулера, який підтверджує гіпотезу про стаціонарність останнього часового ряду.

Проаналізувавши рис. 13-14, можемо зробити висновок, що для побудованого спреду з динамічним коефіцієнтом можна побудувати стратегію, яку доречно інтерпретувати як стратегію повернення до середнього. Для наочного розуміння побудуємо графік з лініями середнього та середньоквадратичного відхилення, які зобразимо на рис. 15.

### **5. Дослідження динаміки номінальних цін облігацій з погашенням у 2027**

Аналогічні розрахунки проведемо до двох інших пар. Наступною розглянемо пару  $price\_T6125 - price\_T6375$ . Після розрахунків тесту Дікі – Фулера перевіримо ряди на коінтегрованість. Для цього будемо модель

$$price\_T6125 = b * price\_T6375.$$

Оцінка коефіцієнту  $b$  в результаті застосування методу найменших квадратів дорівнює 0.987. Отже, застосуємо розширений тест Дікі – Фулера до залишків моделі, що були розраховані за формулою

$$e = price\_T6125 - 0,987 * price\_T6375.$$

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on SPRED_T6125_T5375		
Null Hypothesis: SPRED_T6125_T5375 has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=43)		
t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.416254	0.0152
Test critical values:	-2.565098	1% level
	-1.940843	5% level
	-1.616687	10% level
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.		

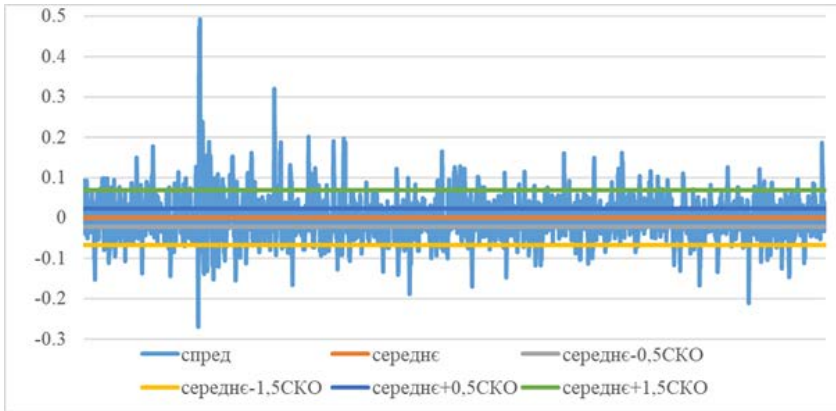
Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on SPRED_T6125_T5375		
Null Hypothesis: SPRED_T6125_T5375 has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=43)		
t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.024292	0.5874
Test critical values:	-3.958572	1% level
	-3.410066	5% level
	-3.126759	10% level
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.		

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on SPRED_T6125_T5375		
Null Hypothesis: SPRED_T6125_T5375 has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=43)		
t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.432451	0.1328
Test critical values:	-3.430561	1% level
	-2.861518	5% level
	-2.566799	10% level
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.		

Рис. 14. Результати тесту Дікі – Фуллера

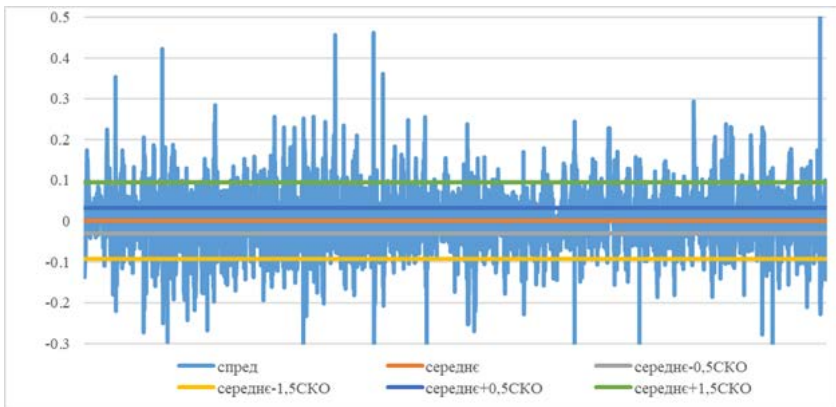
Джерело: власні розрахунки в PППП EViews



**Рис. 15. Графік стратегії з лініями середнього та середньоквадратичного відхилень**

*Джерело: власні розрахунки в MS Excel*

Як і в першому випадку, на такому спреді можна збудувати стратегію повернення до середнього, будуючи графік з лініями середнього та середньоквадратичного відхилення, зображений на рис. 16.



**Рис. 16. Графік стратегії з лініями середнього та середньоквадратичного відхилень**

*Джерело: власні розрахунки в MS Excel*

Останнім розглянемо пару  $price\_T5375\_T6375$ , провівши аналогічний аналіз як з першими двома парами. На рис. 17 зобразимо динаміку відповідних цін.

Як бачимо з графіку на рис. 17 динаміка кожного ряду повторює рух один одного, що свідчить про те, що вони мають однакову середу існування, тобто певні зміни одного ряду у майбутньому будуть відображені на іншому рядуі.

Аналогічно проаналізуємо тести Дікі – Фулера при аналізі  $price\_T5375$ . У результаті можемо зробити висновок, що ряди не є стаціонарними, так як значення t-статистики розміщена на числовій осі праворуч від критичного значення при 1 %, 5 % і 10 % рівні значимості. Проаналізовані ряди також є інтегрованими порядку  $I(1)$ . Динаміка різниці  $price\_T5375 - price\_T6375$  не є стаціонарною, що підтверджується значеннями тесту Дікі – Фулера.

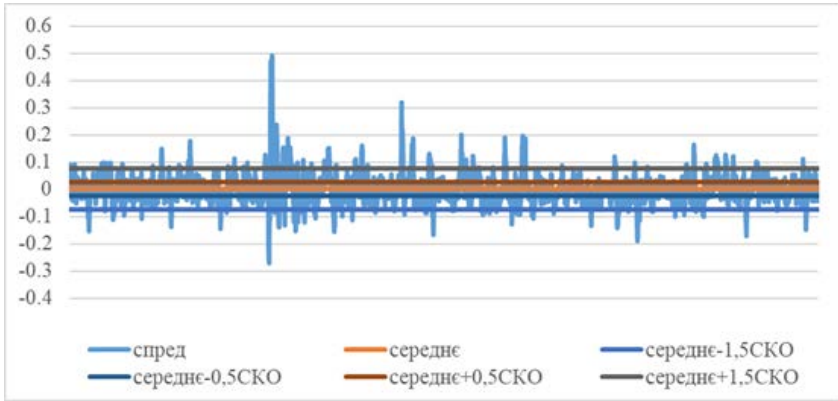
Перевіримо досліджувані часові ряди на коінтегрованість, побудувавши модель  $price\_T5375 = b * price\_T6375$ . За результатами бачимо, що в результаті застосування методу найменших квадратів коефіцієнт  $b$  дорівнює 1.279. Також застосуємо тест Дікі-Фулера до залишків моделі, яка має вигляд  $e = price\_T5375 - 1.279 * price\_T6375$ . У резуль-



**Рис. 17.** Динаміка цін на казначейські облігації США

Джерело: власні розрахунки в MS Excel





**Рис. 18. Графік стратегії з лініями середнього та середньоквадратичного відхилення**

*Джерело: власні розрахунки в MS Excel*

таті дослідження робимо висновок, що на цьому спреді також можливо побудувати стратегію повернення до середнього, побудувавши графік середнього та середньоквадратичного відхилення, зобразивши його на рис. 18.

Таким чином, аналізуючи пари казначейських облигацій бачимо, що в кожній парі кожен показник задовольняє відповідні норми. Це свідчить про те, що отримані пари цінних папері підходять в якості об'єкту інвестування, який при якісно побудованій стратегії дозволить банку отримати оптимальний прибуток.

## 6. Висновки

На підставі викладеного можна зробити такі висновки. Сьогодні важливою характеристикою фінансового ринку є складність процесів, що відбуваються на ньому. Збільшення волатильності валюти, курсів на цінні папери, відсоткових ставок, а також загальна глобалізація міжнародних ринків призводить до того, що сучасні фінансові ринки стали найбільш складними, нестабільними, а також ризикованими. Комерційні банки України є одними з провідних інвесторів економіки України, а також відіграють значну роль на ринку цінних паперів. Виявлені

у процесі дослідження тенденції вказують на зростання їхнього сукупного інвестиційного портфеля. Управління ним є складним і безперервним процесом, що здійснюється в кілька послідовних етапів, пов'язуючи мету та завдання відповідної діяльності банків з визначенням оптимального обсягу й структури фінансових та реальних інвестицій, рівня їхньої ліквідності та ризику. Для успішного впровадження методу парного трейдингу у роботі запропоновано чіткий алгоритм побудови моделі парного трейдингу, який базується на використанні економіко-математичних методів і моделей. Запропонований алгоритм починається з вибору статистичних даних щодо цін на цінні папери, передбачає перевірку даних на стаціонарність, а також виявлення системи об'єднання рядів, аналіз коефіцієнтів парної кореляції між цінами на цінні папери. У результаті здійснених кроків обираються пари цінних паперів, які мають більш тісний взаємозв'язок, та проводиться повний економічний аналіз пар, що були відібрані, оцінюються і аналізуються параметри коінтегрованого рівняння до пар, перевіряються залишки коінтегрованої моделі на стаціонарність. Заключним етапом алгоритму є аналіз отриманих результатів, який включає в себе комплексний аналіз проведеного дослідження та прийняття ефективних рішень. Застосування запропонованого алгоритму дозволить банкам приймати обґрунтовані рішення щодо вибору та регулювання стратегії при змінах на біржових ринках задля отримання низького рівня ризиків та високого рівня прибутку. Це дозволить оптимізувати інвестиційну діяльність банків, але для її пожвавлення також потрібно забезпечити законодавчу та організаційну підтримку банків з боку держави та її інституцій.

### Список літератури:

1. Ganapathy V. Pairs Trading Quantitative. Methods and Analysis / Vidyamurthy Ganapathy. John Wiley & Sons, Inc., 2004. 205 p.
2. Андрейків Т. Я. Діяльність банків на ринку цінних паперів : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.08 ; Одес. нац. екон. ун-т. Одеса, 2012. 19 с.
3. Биржевое дело : учебник для бакалавров / под ред. Л. А. Чалдаевой. Москва : Издательство Юрайт, 2016. 372 с.
4. Гарбар Ж. В., Гарбар В. А. Напрями діяльності банків на фондовому ринку України. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2015. Вип. 13, ч. 2. С. 119–124.
5. Гетьман О. М. Інвестиційні стратегії комерційних банків України : автореф. дис.... канд. екон. наук : 08.04.01. Тернопіль, 2014. 22 с.

6. Дмитренко О. І. Теоретико-сутнісна характеристика поняття «Управління інвестиційним ризиком банку». *Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України*. 2012. № 36. С. 156–162.

7. Игонина Л. Л. Инвестиции : Учеб. пособие / Л. Л. Игонина; Под ред. В. А. Слепова. Москва : Юрист, 2012. 480 с.

8. Мантенья Р. Н., Стенли Х. Ю. Введение в экономфизику. Корреляции и сложность в финансах. Перевод с английского В. И. Гусева, С. В. Малахова, А. И. Митуса под редакцией В. Я. Габескирия. Москва, 2007. 188 с., ил.

9. Моделирование банковской деятельности : Учебно-методическое пособие / Сост.: А. Ф. Грибов. Москва : Изд-во Рос. экон. акад., 2016. 160 с.

10. Рудалева Л. Державне регулювання інвестиційної діяльності банків на ринку цінних паперів. *Вісник Національної академії державного управління*. 2014. № 8. С. 152–159.

11. Слободянюк Н. О., Науменко О. Д. Фінансові інвестиції в умовах нестабільності національної економіки. *Бізнес Інформ*. 2017. № 5. С. 177–184.

12. Чернова Н. Л., Полякова О. Ю. Прийняття рішень на ринку облігацій: коінтеграційний алгоритм. *Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем*. Матеріали ІХ міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції 7-8 квітня 2017 р. Бердянськ : ФЛ-П Ткачук А.В., 2017. 212 с.

13. Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж. Инвестиции / Пер. с англ. Москва : ИНФРА-М, 2001. XII, 1028 с.

14. Шинкаренко А. В. Напрями інвестиційної діяльності банку. Економіка та підприємництво: зб. наук. пр. молодих учених та аспірантів / МОН України, ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана»; редкол.: С. І. Дем'яненко (відп. ред.) [та ін.]. Київ : КНЕУ, 2014. Вип. 33. С. 270–275.

## References:

1. Ganapathy V. (2004) Pairs Trading Quantitative. Methods and Analysis / Vidyamurthy Ganapathy. John Wiley & Sons, Inc., 205 p.

2. Andreikiv T. Ya. (2012) Diialnist bankiv na rynku tsinnykh paperiv: avtoref. dys. ... kand. ekon. nauk: 08.00.08 ; Odes. nats. ekon. un-t. Odesa, 19 p.

3. Birzhevoe delo: uchebnik dlya bakalavrov (2016)/ pod red. L. A. Chaldaevoy. – Moscow: Izdatelstvo Yuraytt, 372 p.

4. Harbar Zh. V., Harbar V. A. (2015) Napriamy diialnosti bankiv na fondovomu rynku Ukrainy. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnogo universytetu*, vol. 13, ch. 2, pp. 119–124.

5. Hetman O. M. (2014) Investytsiini stratehii komertsiinykh bankiv Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. ekon. nauk: 08.04.01. Ternopil, 22 p.

6. Dmytrenko O. I. (2012) Teoretyko-sutnisna kharakterystyka poniattia “Upravlinnia investytsiynym ryzykom банку”. *Problemy i perspektyvy rozvytku bankivskoi systemy Ukrainy*, no. 36, pp. 156–162.

7. Igonina L. L. (2012) Investitsii: Ucheb. posobie / L. L. Igonina; Pod red. V. A. Slepova. Moscow: Yurist, 480 p.

8. Mantenya R. N., Stenli H. Yu. (2007) Vvedenie v ekonofiziku. Korrelyatsii i slozhnost v finansah. Perevod s angliyskogo V. I. Guseva, S. V. Malahova, A. I. Mitusa; pod redaktsiyei V. Ya. Gabeskiriya. Moscow, 188 p., il.

9. Modelirovanie bankovskoy deyatelnosti: Uchebno-metodicheskoe posobie (2016) / Sost.: A. F. Gribov. Moscow: Izd-vo Ros. ekon. akad., 160 p.

10. Rudalieva L. (2014) Derzhavne rehuliuвання investytsiinoi diialnosti bankiv na rynku tsinnykh paperiv. *Visnyk Natsionalnoi akademii derzhavnoho upravlinnia*, no. 8, pp. 152–159.

11. Slobodianiuk N. O., Naumenko O. D. (2017) Finansovi investytsii v umovakh nestabilnosti natsionalnoi ekonomiky. *Biznes Inform*, no. 5, pp. 177–184.

12. Chernova N. L., Poliakova O. Yu. (2017) Pryiniattia rishen na rynku obli-hatsii: kointehratsiyni alhorytm. *Suchasni problemy modeliuвання sotsialno-eko-nomichnykh system*. Materialy IX mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii 7-8 kvitnia 2017 r. Berdiansk: FL-P Tkachuk A.V., 212 p.

13. Sharp U., Aleksander G., Beyli Dzh. (2001) Investitsii / Per. s angl. Moscow: INFRA-M, XII, 1028 p.

14. Shynkarenko A. V. (2014) Napriamy investytsiinoi diialnosti banku. *Ekonomika ta pidpriemnytstvo: zb. nauk. pr. molodykh uchenykh ta aspirantiv / MON Ukrainy, DVNZ “Kyiv. nats. ekon. un-t im. Vadyma Hetmana”*; redkol.: S. I. Demianenko (vidp. red.) [ta in.]. Kyiv: KNEU, vol. 33, pp. 270–275.