

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.
Ефективна економіка. 2024. № 2.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.2.10>

УДК 336.322

*П. М. Грицюк,
д. е. н., професор, завідувач кафедри комп'ютерних технологій
та економічної кібернетики, Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3683-4766>

*М. В. Негрей,
к. е. н., доцент, Колегіум Гельветікум, Цюріх, Швейцарія,
доцент кафедри економічної кібернетики, Національний університет
біоресурсів і природокористування України*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9243-1534>

*М. І. Комар,
к. е. н., доцент, доцент кафедри економічної кібернетики, Львівський
національний університет імені Івана Франка*

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-1881-0865>

ПОРТФЕЛЬНИЙ РИЗИК МЕНЕДЖМЕНТ ГІБРИДНИХ ПОРТФЕЛІВ З ТРАДИЦІЙНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ АКТИВІВ

*P. Hrytsiuk,
Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Computer
Technologies and Economic Cybernetics, National University of Water Management
and Environmental Management, Rivne*

*M. Nehrey,
PhD in Economics, Associate Professor, Collegium Helveticum, ETH Zurich,
Switzerland,*

*Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*M. Komar,
PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics,
Ivan Franko National University of Lviv*

PORTFOLIO RISK MANAGEMENT FOR HYBRID TRADITIONAL/ALTERNATIVE PORTFOLIOS

У статті досліджено зміни фондових ринків, що характеризується зростаючою інтеграцією альтернативних активів в інвестиційні портфелі. Традиційні активи, які історично були наріжним каменем стабільності та накопичення багатства, сьогодні доповнюються альтернативними активами, пропонуючи диверсифікацію та унікальні можливості щодо співвідношення ризиків та прибутковості. Останні дослідження підкреслюють зростаюче визнання інтеграції криптовалют і біржових фондів у традиційні портфелі для підвищення диверсифікації та прибутковості з поправкою на ризик. У статті запропоновано системний підхід до побудови гібридних портфелів, розглядаючи біржові фонди та криптовалюти як окремі компоненти, і продемонстровано зниження ризику шляхом емпіричного застосування. Запропонований підхід побудови портфеля, що базується на виваженому відборі активів і детальній оцінці на кожному етапі, не тільки забезпечує всебічний огляд, але й розкриває складну динаміку ризику та диверсифікації в контексті традиційних та альтернативних активів, тим самим сприяючи більш широкому обговоренню стратегій оптимізації портфеля.

The contemporary evolution of stock markets has witnessed a remarkable trend - the integration of alternative assets into investment portfolios, providing investors with new opportunities beyond traditional asset markets. This shift is fundamentally reshaping the investment landscape, with traditional assets no longer the sole focus of investor consideration. Including commodities, industrial and precious metals, private equity, hedge funds, real estate and cryptocurrencies, alternative investments represent a diverse range of assets with unique characteristics. Cryptocurrencies, in particular, stand out within this alternative class due to their unique characteristics.

This article explores the complex issue of risk management in hybrid portfolios that strategically combine both traditional and alternative assets. This blend of different asset classes offers unique risk management opportunities, allowing investors to optimise their risk-return profile amidst the inherent unpredictability of financial markets.

The proposed innovative approach to portfolio construction, combining traditional and alternative assets, not only capitalises on market opportunities but also addresses the inherent challenges. It promotes transparency for investors at every stage, providing a comprehensive understanding of individual portfolio characteristics and the benefits associated with the synergistic combination of specific asset classes. It also facilitates efficient portfolio management by taking into account the constraints of alternative or traditional assets, thereby enhancing the adaptability of constructed portfolios to specific criteria.

To substantiate this approach, a comprehensive analysis of recent research and publications is presented, highlighting various facets of portfolio risk management in the context of hybrid portfolios. The article concludes with an empirical application of the proposed approach, which demonstrates a significant risk reduction and thus makes a substantial contribution to the ongoing discourse on portfolio optimisation strategies.

Ключові слова: *інвестиції, ризик, альтернативні інвестиційні активи, управління ризиками, криптовалюти, біткоїн, фондовий ринок, диверсифікація, портфельний аналіз.*

Keywords: *investments, risk, alternative investment assets, risk management, cryptocurrencies, bitcoin, stock market, diversification, portfolio analysis.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.

Однією із основних сучасних тенденції розвитку фондових ринків є все більше включення до інвестиційних портфелів альтернативних активів. Сукупний обсяг альтернативних інвестиційних активів стрімко зростає і це відкриває інвесторам нові можливості. Ринки традиційних інвестиційних активів більше не є єдиним фокусом інвесторів, оскільки альтернативні інвестиції поступово змінюють ландшафт можливостей.

Альтернативні інвестиції охоплюють широкий спектр активів, включаючи сировинні товари, промислові та дорогоцінні метали, прямі інвестиції, хедж-фонди, нерухомість та криптовалюти. На останньому класі

хотілося б зупинитися особливо. Криптовалюти формують собою досить специфічний інвестиційний актив, який виділяється своїми характеристиками від інших альтернативних активів. В сукупності, альтернативні інвестиційні активи мають широкий спектр властивостей, які не є притаманними традиційним активам. Фактори які впливають на динаміку доходності та ризику у альтернативних активів мають відмінності. Тому задача поєднання традиційних та альтернативних інвестиційних активів в гібридному портфелі є вельми актуальною задачею.

Управління ризиками в гібридних портфелях, що об'єднують як традиційні, так і альтернативні активи, представляє собою складну та актуальну проблему. Процес конвергенції традиційних активів, таких як акції та облігації, та альтернативних активів, таких як хедж-фонди, прямі інвестиції та нерухомість, вимагає ретельного наукового підходу для розуміння та ефективного управління динамікою ризиків.

Традиційні активи історично виступали основою інвестиційних портфелів, забезпечуючи стабільність, ліквідність та основу для нагромадження багатства. Одночасно включення альтернативних активів вносить елемент диверсифікації, характеризуючись меншою кореляцією з традиційними аналогами. Об'єднання цих різних класів активів відкриває унікальні можливості для управління ризиками, дозволяючи інвесторам оптимізувати співвідношення «ризик-дохідність», враховуючи при цьому непередбачуваність, яка є властивою фінансовим ринкам.

Ефективне управління ризиками в гібридних портфелях передбачає глибоке вивчення індивідуальних профілів ризику кожного класу активів та глибокий аналіз їх взаємозв'язків. Досягнення балансу, який максимізує переваги як традиційних, так і альтернативних активів, стає пріоритетним завданням. Стаття спрямована на дослідження розуміння специфіки ризиків, які притаманні гібридним портфелям. Метою цього є допомога інвесторам приймати обґрунтовані рішення та оптимізувати свої портфелі в умовах постійно динамічного фінансового середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нещодавні дослідження та публікації щодо управління портфельними ризиками гібридних портфелів

традиційних та альтернативних активів висвітлюють різні аспекти цієї складної сфери, що постійно розвивається. Однією з помітних тенденцій є зростаюче визнання важливості інтеграції альтернативних активів, таких як криптовалюти та ETF (біржові інвестиційні фонди), у традиційні інвестиційні портфелі для посилення диверсифікації та збільшення прибутковості з урахуванням ризику.

Дослідження вивчали роль альтернативних активів у зниженні ризиків і підвищенні ефективності портфеля. Наприклад, дослідження [1] продемонстрували переваги диверсифікації від включення ETF в інвестиційні портфелі, особливо в періоди ринкової турбулентності. Крім того, включення альтернативних активів, таких як ETF, забезпечує стабільність доходу та захист від інфляції, тим самим знижуючи загальний ризик портфеля [2,3]. Ризик та доходність криптовалют як інвестиційного класу альтернативних активів розглядалася у [4,5].

Більше того, останні дослідження зосереджені на розробці складних методів управління ризиками, пристосованих до гібридних портфелів. Це включає використання передових кількісних моделей, алгоритмів машинного навчання та методів оптимізації для динамічного коригування портфельних розподілів на основі змін ринкових умов та факторів ризику. Зокрема, у [6] запропоновано комплексний підхід до оцінки ризиків альтернативних інвестицій на основі восьми концептуальних підходів, які включають оцінку ризику через волатильність, втрати в негативних ситуаціях, врахування асиметрії, чутливість, взаємозалежність та зв'язок між ризиком і доходністю. Дослідження [7] пропонують використання коефіцієнтів Стерлінга та Трейнора як ефективних показників для прогнозування високоприбуткових портфелів, що дозволяє підвищити надійність і продуктивність та відкриває потенціал для подальших досліджень з використанням різноманітних коефіцієнтів і вдосконалених алгоритмів оптимізації. У [8] представлено новий гібридний підхід, який вирішує проблеми середньо-варіаційної моделі Марковіца у прийнятті рішень на фондовому ринку за допомогою вилучення множини елементів, зменшення складності моделі, включення обмежень на рівні портфеля та підвищення зручності використання за допомогою системи підтримки прийняття рішень, з експериментальними результатами, що

підтверджують гнучкість, ефективність та масштабованість на фондовому ринку США. Дослідження [9] визначає ефективність алгоритмів навчання з підкріпленням в оптимізації інвестиційних портфелів, показуючи, що їх застосування призводить до збільшення прибутковості в середньому на 12% без пропорційного зростання ризику, а також висвітлює потенціал управління інвестиціями на основі даних для підвищення ефективності та трансформації фінансового інвестиційного ландшафту. Такі підходи спрямовані на підвищення стійкості та адаптивності портфелів в умовах невизначеності.

Крім того, зростає інтерес до розуміння поведінкових аспектів управління портфельними ризиками. У дослідженнях вивчаються вподобання інвесторів, їхнє ставлення до ризику та упередження при прийнятті рішень у контексті гібридних портфелів [10-12].

Загалом, останні публікації підкреслюють важливість прийняття цілісного підходу до управління портфельними ризиками в контексті гібридних портфелів. Включаючи як традиційні, так і альтернативні активи та використовуючи передові аналітичні інструменти і поведінкові моделі, інвестори можуть ефективно орієнтуватися в умовах ринкової невизначеності та оптимізувати дохідність, скориговану на ризик.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою данної статті є аналіз ризику гібридних портфелів створених з традиційних та альтернативних активів при розгляді криптовалют як окремої компоненти у структурі портфеля. Аналіз ризику портфеля включає спеціальний покроковий підхід формування портфелів, який дозволяє інвесторам транспарентно моніторити структуру гібридного портфеля на рівні класів активів, а не конкретних складових.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Портфельна теорія зазнала трансформаційних змін з появою альтернативних активів, таких як біржові фонди (ETF), що охоплюють широкий спектр товарів, включаючи золото, сільськогосподарську продукцію, метали та ін. Паралельно з цим, поява криптовалют ще більше розширила сферу альтернативних активів на фінансовому ринку, пропонуючи сучасний спосіб побудови інвестиційних портфелів, які безперешкодно інтегрують як

традиційні, так і інноваційні класи активів.

Класифікація альтернативних активів на дві окремі категорії - ETF та криптовалюти - закладає основу для створення складних портфелів, які гармонійно поєднують традиційні та нові інвестиційні можливості. Однак застосування традиційних методологій побудови портфелів, прикладом яких є теорія Марковіца, може створювати проблеми, що потенційно можуть призвести до дисбалансу між розподілом альтернативних активів та їхніх традиційних аналогів.

Щоб вирішити ці проблеми та використати можливості, що відкриваються з появою нових активів, ми пропонуємо системний підхід до побудови гібридних портфелів, які безперешкодно включають як традиційні, так і альтернативні класи активів (Рис. 1). Наша методологія охоплює такі групи активів. Перша група включає ETF на 5 індексів S&P United States REIT, S&P GSCI Precious Metals, S&P GSCI Energy & Metals, S&P Listed Private Equity, S&P GSCI Agriculture. В даному випадку ми не використовуємо конкретні ETF, а приймаємо припущення, що кожен індекс може породжувати відповідний йому ETF. Друга група активів включає 5 криптовалют з найбільшою капіталізацією. Третя груп складається з S&P 500, який ми приймаємо за диверсифікований портфель традиційних активів. Він реалізований через ETF “SPDR® S&P 500 (SPY)”

На початковому етапі ми оцінюємо мінімальний ризик для кожного незалежного класу активів із зазначених груп. Згодом ми переходимо до другого етапу, створюючи портфелі з мінімальним ризиком для перших двох класів активів разом з індексом S&P 500. У процесі аналізу ми заглиблюємося у формування портфелів, які поєднують різні класи активів, висвітлюючи нюанси їхнього впливу на зниження ризику. На останньому етапі ми створюємо портфель із мінімальним ризиком, який поєднає всі три класи активів.

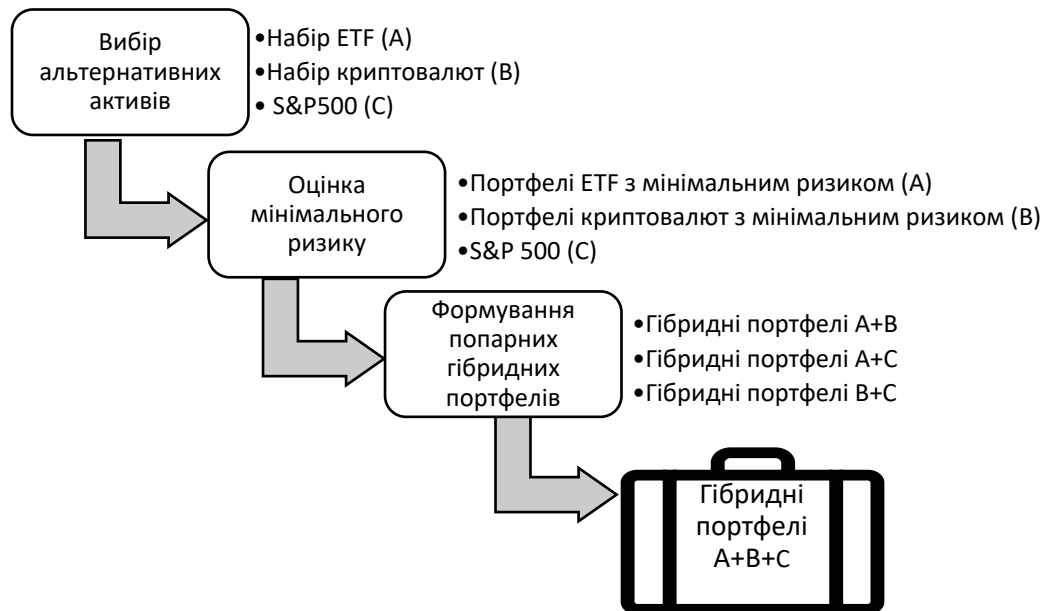


Рис. 1. Схема побудови гібридного портфеля

Джерело: Власна розробка.

Цей інноваційний підхід не лише використовує можливості, які надає приплив нових активів на ринок, але й вирішує притаманні йому складнощі. Він забезпечує прозорість для інвесторів на кожному етапі формування портфеля, пропонуючи комплексне розуміння індивідуальних характеристик портфеля та переваг, пов'язаних з об'єднанням певних класів активів. Крім того, метод сприяє ефективному управлінню портфелем, дозволяючи накладати обмеження на альтернативні або традиційні активи, підвищуючи адаптивність сформованих портфелів до конкретних критеріїв. У цьому мінливому ландшафті інтеграція альтернативних активів не тільки розширює інвестиційний горизонт, але й кидає виклик традиційним парадигмам побудови портфелів, сприяючи динамічному та адаптивному підходу до управління капіталом.

Для формування гібридного портфеля, ми обрали п'ять криптовалют – BTC, ETH, BNB, SOL, XRP – через їхню значну капіталізацію, яка сукупно перевищує 1 трильйон доларів США. Водночас ми відібрали активи біржових фондів, серед яких S&P United States REIT, S&P GSCI Precious Metals, S&P GSCI Energy & Metals, S&P Listed Private Equity та S&P GSCI Agriculture та S&P500.

На основі даних тижневої доходностей зазначених активів у [2021-2022]

роках нами застосована процедура, подана на Рис.1. Джерелом даних виступив ресурс Investing.com. Перший етап, зображений на Рис.1 представлений у Таблиці 1.

Таблиця 1. Результати формування портфелів з мінімальним ризиком для різних класів активів

Клас активів	Структура портфеля				
Альтернативні активи (index-based ETFs)	S&P United States REIT	S&P GSCI Precious Metals	S&P GSCI Energy & Metals	S&P Listed Private Equity	S&P GSCI Agriculture
	15%	48%	0%	13%	23%
Криптовалюта	BTC	ETH	BNB	SOL	XRP
	98%	0%	0%	2%	0%
S&P 500	100%				

Звертає на себе увагу домінування біткоїна в портфелі криптовалют, кількісно оцінене на рівні 0,98, що підкреслює його підвищену стабільність порівняно з іншими криптовалютами в межах набору криптовалют. Хоча його стабільність має умовне значення у контексті порівняння з іншими класами альтернативних активів.

На другому етапі побудови портфеля, ми побудували парні портфелі, які зображені на Рисунку 2.

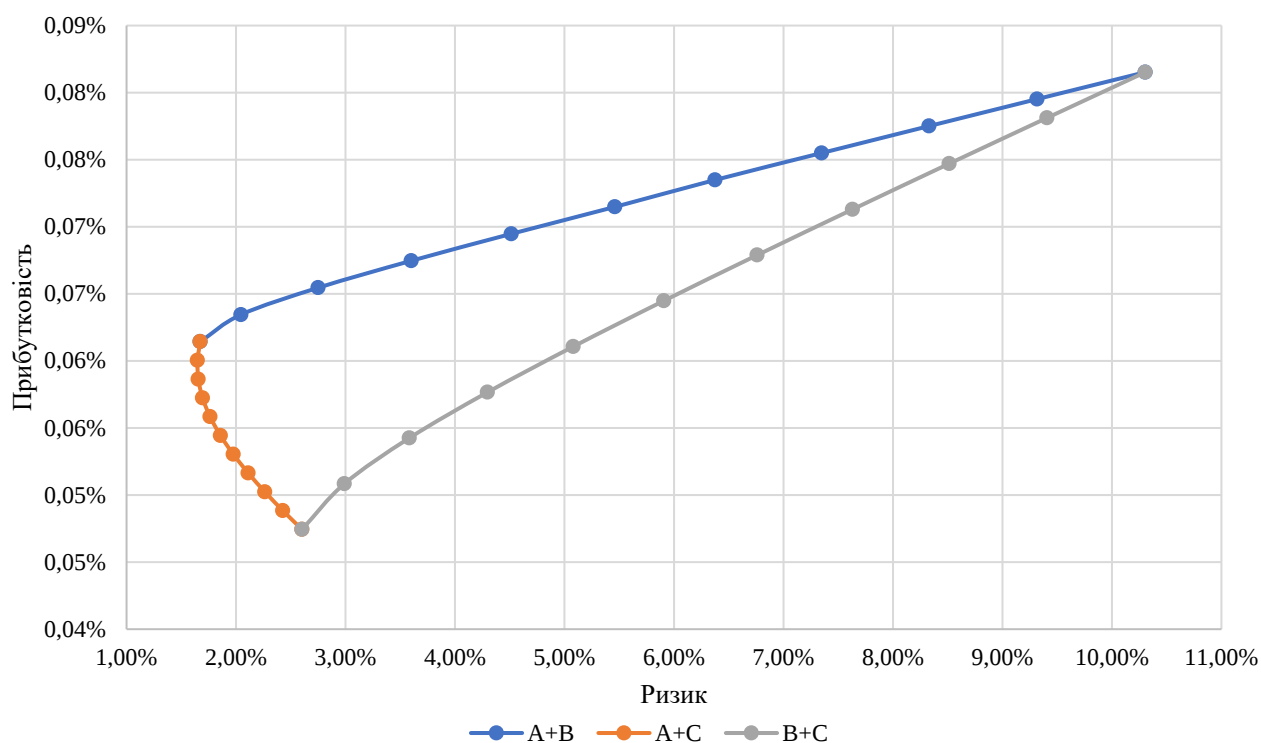


Рис. 2. Побудова ефективних границь попарних портфелів з мінімальним ризиком.

Джерело: Власна розробка.

Криві на рисунку позначають ефективні набори, всього їх три, а ключові точки представляють портфелі, що характеризуються мінімальним ризиком. Зауважимо, що в портфелях, які характеризуються мінімальним ризиком, криптовалюти помітно відсутні, що свідчить про їхню іманентно ризиковану природу.

Наступний етап включав побудову цілісного гібридного портфеля, який органічно поєднує всі три класи активів. Отриманий результат проілюстрований на Рисунку 3.

З огляду на сприйнятий ризик, пов'язаний з криптовалютами, на графіку домінують криві A+B та A+C з попереднього рисунку. Це спостереження підкреслює класичну динаміку диверсифікації, яка ефективно працює між альтернативними активами та S&P500, тоді як криптовалюти з притаманною їм волатильністю залишаються поза межами портфелів, що характеризуються мінімальним ризиком.

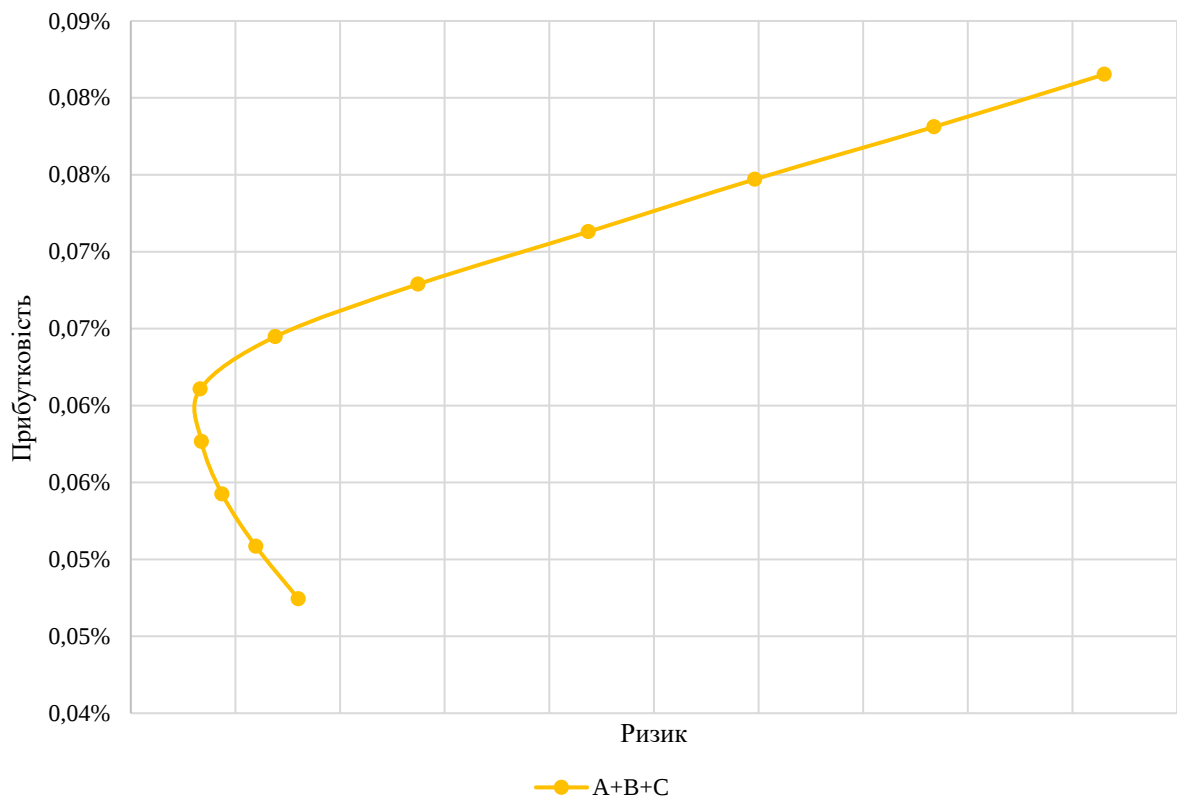


Рис. 3. Гібридний портфель з мінімальним ризиком.

Джерело: Власна розробка.

Аналіз портфельного ризику був здійснений шляхом порівняльного співставлення оцінок різних мір ризику для першого, другого та третього етапів створення гібридного портфеля.

Так, оцінки мір ризику на першому етапі систематизовано представлені в Таблиці 2.

Таблиця 2. Оцінка мір ризику на першому етапі

	BTC	ETH	BNB	SOL	XRP	S&P 500	S&P United States REIT	S&P GSCI Precious Metals	S&P GSCI Energy & Metals	S&P Listed Private Equity	S&P GSCI Agriculture
Розкид	29.95%	24.50%	39.91%	73.99%	86.99%	7.24%	11.31%	10.83%	14.89%	15.10%	20.89%
Інтервальний розкид	7.18%	6.23%	6.35%	21.86%	9.60%	2.78%	4.39%	2.94%	6.55%	2.90%	1.78%
Середнє	2.07%	1.47%	0.71%	5.73%	1.74%	0.47%	0.24%	0.28%	-0.10%	0.63%	-0.32%
STD	6.44%	5.12%	5.81%	15.05%	12.70%	1.71%	2.75%	2.10%	3.89%	2.77%	3.02%
Асиметрія	1.21	0.51	0.92	0.86	3.84	-0.41	-0.49	0.44	-0.45	-1.17	0.38
Експес	1.45	0.39	4.84	0.64	19.97	-0.38	-0.36	0.54	-0.67	2.92	5.57
VaR10%	-4.64%	-4.27%	-6.67%	-8.76%	-7.58%	-2.37%	-3.50%	-2.74%	-5.74%	-3.09%	-3.54%
CVaR10%	-6.23%	-6.78%	-8.99%	-14.36%	-9.42%	-2.90%	-5.12%	-3.14%	-7.35%	-4.95%	-5.87%
N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
JB	17.32	2.58	58.18	7.26	992.04	1.75	2.40	2.29	2.73	30.31	68.37

Оцінка мір ризику на другому та третьому етапах подана у таблиці 3.

Таблиця 3. Оцінка мір ризику на другому та третьому етапах

	P1 (A)	P2 (B)	P3 (C)	A+B	A+C	B+C	A+B+C
Розкид	7.53%	30.49%	7.24%	7.53%	7.21%	7.24%	7.21%
Інтервальний розкид	2.39%	7.23%	2.78%	2.39%	2.42%	2.78%	2.42%
Середнє	0.18%	2.14%	0.47%	0.18%	0.22%	0.47%	0.22%
STD	1.60%	6.50%	1.71%	1.60%	1.52%	1.71%	1.52%
Асиметрія	-0.48	1.18	-0.41	-0.48	-0.49	-0.41	-0.49
Екссес	-0.10	1.39	-0.38	-0.10	-0.14	-0.38	-0.14
VaR10%	-2.43%	-4.79%	-2.37%	-2.43%	-2.12%	-2.37%	-2.12%
CVaR10%	-3.03%	-6.33%	-2.90%	-3.03%	-2.75%	-2.90%	-2.75%
N	52	52	52	52	52	52	52
JB	2.04	16.16	1.75	2.04	2.14	1.75	2.14

Здійснюючи порівняльний аналіз зменшення ризику у наслідок портфельного ефекту ми бачимо, що розкид зменшився в 2,8 рази. Стандартне відхилення – у 2,4. Міри ризику класу Value-at-Risk також зменшилися: VaR (10%) – в 1,8 рази, CVaR (10%) – в 2,02 рази.

Таким чином, запропонована схема створення гібридного портфеля зменшує ризик, виражений різними підходами в 2-2,8 рази.

Отже, запропонований підхід побудови портфеля, що базується на виваженому відборі активів і детальній оцінці на кожному етапі, не тільки забезпечує всебічний огляд, але й розкриває складну динаміку ризику та диверсифікації в контексті традиційних та альтернативних активів, тим самим сприяючи більш широкому обговоренню стратегій оптимізації портфеля.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі.

Таким чином, дане дослідження надає ґрунтовний аналіз управління ризиками в гібридних портфелях і поглиблює розуміння викликів і можливостей поєднання традиційних та альтернативних активів. Ключовою особливістю цього дослідження є детальний розгляд метрик ризику, включаючи широкий спектр показників, таких як дисперсія, стандартне відхилення, VaR та CVaR. Систематичний аналіз цих показників на різних етапах побудови портфеля дає детальне і всебічне розуміння динамічного ландшафту ризиків, що характеризує гібридні портфелі.

Факторний аналіз є ключовим методологічним інструментом у цьому дослідженні, який дозволяє глибше дослідити основні детермінанти, що впливають на ризик у гібридних портфелях. Визначаючи численні компоненти, що впливають на ризик, факторний аналіз надає детальну перспективу, яка дозволяє інвесторам адаптувати свої стратегії управління ризиками на основі більш тонкого розуміння структурної динаміки портфеля.

Одна з важливих пропозицій нашого дослідження полягає в тому, що криптовалюти слід виділити в окремий альтернативний клас активів. Ця рекомендація випливає з унікальних характеристик криптовалют, які вимагають окремої оцінки з точки зору ризику та дохідності. Пропозиція розглядати криптовалюти як окремий клас активів відображає усвідомлення їхнього унікального профілю ризику та потенційного впливу на більш широкую динаміку портфеля.

Таким чином, це дослідження не тільки доповнює існуючий дискурс щодо управління портфельними ризиками, але й підкреслює важливість використання різноманітних показників ризику, кореляційного аналізу та факторних міркувань. Пропозиція розглядати криптовалюти дискретно підкреслює мінливий характер альтернативних активів і необхідність адаптації традиційних методологій побудови портфелів до особливостей цих цифрових інструментів. Оскільки фінансовий ландшафт продовжує розвиватися, наше дослідження пропонує перспективний і науковий погляд на стратегії управління ризиками, надаючи інвесторам адаптивну основу для побудови та оптимізації гібридних портфелів.

Література

1. Kaminskyi A., Nehrey M., Butylo D. Traditional and Alternative Assets in Portfolio Management: ETF Using Approach. In *Distributed Sensing and Intelligent Systems: Proceedings of ICDSIS 2020*. Cham: Springer International Publishing. 2022. P. 41-57. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64258-7_4.
2. Kaminskyi A. Risk and return for cryptocurrencies as alternative investment: kohonen maps clustering. K.: Нейро-Технічні технології моделювання в економіці, 2019(8). С. 175–193.
3. Kaminskyi A., Nehrey M. The Analysis and Visualization of CEE Stock Markets Reaction to Russia's Invasion of Ukraine by Event Study Approach. *Advances in Artificial Systems for Logistics Engineering III. ICAILE 2023. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. 2023. Vol. 180. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36115-9_39.

4. Hrytsiuk P., Babych T. and Bachyshyna L. Cryptocurrency portfolio optimization using Value-at-Risk measure. In *6th International Conference on Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management (SMTESM 2019)*. Atlantis Press. 2019. P. 385-389.

5. Камінський А., Мірошніченко І., Писанець К. Ризик та дохідність криптовалют як альтернативних інвестицій: кластеризація на основі карт Кохонена. *Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці*. 2019. № 8. С. 175-193. <http://doi.org/10.33111/nfmte.2019.175>.

6. Kaminskyi A., Butylo D., & Nehrey M. Integrated approach for risk assessment of alternative investments. *International Journal of Risk Assessment and Management*. 2022. Vol. 24(2-4). P. 156-177. <https://doi.org/10.1504/IJRAM.2021.126413>.

7. Surtee T.G., Alagidede I.P. A novel approach to using Modern Portfolio Theory. *Borsa Istanbul Review*. 2023 May 1. Vol. 23(3). P. 527-540.

8. Gioia D.G., Fior J., Cagliero L. Early portfolio pruning: a scalable approach to hybrid portfolio selection. *Knowledge and Information Systems*. 2023. Vol. 65(6). P. 2485-2508.

9. Santos G.C., Garruti D., Barboza F., de Souza K.G., Domingos J.C. and Veiga, A. Management of investment portfolios employing reinforcement learning. *PeerJ Computer Science*. 2023. Vol.9. P.e1695.

10. Momen O., Esfahanipour A. and Seifi A. A robust behavioral portfolio selection: model with investor attitudes and biases. *Operational Research*. 2020. Vol. 20. P. 427-446.

11. Antony A. Behavioral finance and portfolio management: Review of theory and literature. *Journal of Public Affairs*. 2020. Vol. 20(2). P.e1996.

12. Wang X., Wang B., Li T., Li H. and Watada J. Multi-criteria fuzzy portfolio selection based on three-way decisions and cumulative prospect theory. *Applied Soft Computing*. 2023. Vol.134. P.110033.

References

1. Kaminskyi, A., Nehrey, M. and Butylo, D. (2022), “Traditional and Alternative Assets in Portfolio Management: ETF Using Approach”, *Distributed Sensing and Intelligent Systems: Proceedings of ICDSIS 2020*, Springer International Publishing, pp. Cham, 41-57.

2. Kaminskyi, A. (2019), “Risk and return for cryptocurrencies as alternative investment: kohonen maps clustering”, *Neuro-Fuzzy Modeling Techniques in Economics*, vol.8, pp. 175–193.

3. Kaminskyi, A., and Nehrey, M. (2023), "The Analysis and Visualization of CEE Stock Markets Reaction to Russia's Invasion of Ukraine by Event Study Approach", *Advances in Artificial Systems for Logistics Engineering III. ICAILE 2023. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol. 180, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36115-9_39.
4. Hrytsiuk, P., Babych, T. and Bachyshyna, L. (2019) "Cryptocurrency portfolio optimization using Value-at-Risk measure", *International Conference on Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management (SMTESM 2019)*, Atlantis Press, pp. 385-389.
5. Kaminskyi, A., Miroshnychenko, I., and Pysanets, K. (2019), "Risk and return for cryptocurrencies as alternative investment: Kohonen maps clustering", *Neuro-Fuzzy Modeling Techniques in Economics*, vol. 8, pp. 175-193. <http://doi.org/10.33111/nfmte.2019.175>
6. Kaminskyi, A., Butylo, D., and Nehrey, M. (2022), "Integrated approach for risk assessment of alternative investments", *International Journal of Risk Assessment and Management*, vol. 24(2-4), pp. 156-177. <https://doi.org/10.1504/IJRAM.2021.126413>.
7. Surtee, T. G. and Alagidede, I. P. (2023), "A novel approach to using Modern Portfolio Theory", *Borsa Istanbul Review*, vol. 23(3), pp. 527-540.
8. Gioia, D. G, For, J., and Cagliero, L. (2023), "Early portfolio pruning: a scalable approach to hybrid portfolio selection", *Knowledge and Information Systems*, vol. 65(6), pp. 2485-2508.
9. Santos, G.C., Garruti, D., Barboza, F., de Souza, K.G., Domingos, J.C. and Veiga, A. (2023), "Management of investment portfolios employing reinforcement learning", *PeerJ Computer Science*, vol. 9, p.e1695.
10. Momen, O., Esfahanipour, A. and Seifi, A. (2020), "A robust behavioral portfolio selection: model with investor attitudes and biases", *Operational Research*, vol. 20, pp.427-446.
11. Antony, A. (2020), "Behavioral finance and portfolio management: Review of theory and literature", *Journal of Public Affairs*, vol. 20(2), p.e1996.
12. Wang, X., Wang, B., Li, T., Li, H. and Watada, J. (2023), "Multi-criteria fuzzy portfolio selection based on three-way decisions and cumulative prospect theory", *Applied Soft Computing*, vol. 134, p.110033.