

Г. М. КОПТЄВА

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ DEFI-ПЛАТФОРМ У ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПОРТФЕЛІВ

У статті обґрунтовано критичну неадекватність традиційних статичних методів оцінки ризику (зокрема, VaR та стандартного відхилення) для аналізу ефективності інтеграції активів децентралізованих фінансів (DeFi) в інвестиційні портфелі. Визначено, що дохідності DeFi-активів характеризуються ненормальним розподілом із вираженими «товстими хвостами», що створює значний ризик недооцінки катастрофічних втрат. Метою дослідження є розроблення та теоретичне обґрунтування методики оцінювання ефективності DeFi-платформ у диверсифікації інвестиційних портфелів. Досліджено методологічний розрив між вимогами волатильного ринку DeFi та обмеженнями класичних фінансових моделей, зокрема у сфері контролю над Tail Risk та динамічним характером кореляційної залежності, яка критично зростає під час ринкових шоків (ефект «кореляції до одиниці»). Запропоновано чотириетапну методику, що включає теоретичну інтеграцію Conditional Value-at-Risk (CVaR) як базової когерентної міри екстремального ризику та розроблений алгоритм проактивного управління диверсифікацією на основі моделі DCC-GARCH. Це дозволило розрахувати оптимальну динамічну вагу хеджування, необхідну для щоденного коригування структури портфеля з метою запобігання втраті диверсифікаційного ефекту. Розроблена комплексна методика забезпечує завершений цикл проактивного управління ризиками та надає чіткий алгоритм для прийняття рішення про структуру інвестиційного портфеля. Науково-практичне значення дослідження полягає у формуванні методичних рекомендацій та критеріїв оцінки, що забезпечують перехід від статичного аналізу до проактивного ризик-менеджменту в інвестиційній діяльності. Розроблена методика надає інструментарій для прийняття обґрунтованих рішень щодо оптимальної частки DeFi-активів у портфелі, поєднуючи максимізацію дохідності з мінімізацією екстремального ризику. Застосування цієї методики є корисною для інвесторів, фінансових аналітиків, розробників кількісних стратегій та менеджерів хедж-фондів, які працюють із високоризиковими та інноваційними класами активів, вимагаючи просунутих інструментів контролю ризику.

Ключові слова: децентралізовані фінанси (DeFi); блокчейн технології; диверсифікація; ризик-менеджмент; CVaR; DCC-GARCH; аналіз DeFi-платформ; диверсифікація інвестиційного портфелю

H. KOPTIEVA

METHODOLOGY FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF DEFI PLATFORMS IN DIVERSIFYING INVESTMENT PORTFOLIOS

The article substantiates the critical inadequacy of traditional static risk assessment methods (specifically, VaR and standard deviation) for analyzing the effectiveness of integrating Decentralized Finance (DeFi) assets into investment portfolios. It is proven that the returns of DeFi assets are characterized by a non-normal distribution with pronounced «fat tails», which creates a significant risk of underestimating catastrophic losses. The purpose of the study is to develop and theoretically substantiate a methodology for evaluating the effectiveness of DeFi platforms in diversifying investment portfolios. The methodological gap between the requirements of the volatile DeFi market and the limitations of classical financial models is investigated, particularly in the areas of controlling Tail Risk and the dynamic nature of correlational dependence, which critically increases during market shocks (the «correlation-to-one» effect). A four-stage methodology is proposed, which includes the theoretical integration of Conditional Value-at-Risk (CVaR) as a basic coherent measure of extreme risk and a developed algorithm for proactive diversification management based on the DCC-GARCH model. This made it possible to calculate the Optimal Dynamic Hedging Weight, necessary for the daily adjustment of the portfolio structure to prevent the loss of the diversification effect. The comprehensive methodology developed provides a complete cycle of proactive risk management and offers a clear algorithm for making decisions about the structure of an investment portfolio. The scientific and practical significance of the research lies in formulating methodological recommendations and evaluation criteria that ensure a transition from static analysis to proactive risk management in investment activities. The developed methodology provides a toolkit for making informed decisions regarding the optimal share of DeFi assets in a portfolio, combining return maximization with extreme risk minimization. The application of this methodology is beneficial for investors, financial analysts, quantitative strategists, and hedge fund managers working with high-risk and innovative asset classes that require advanced risk control tools.

Keywords: Decentralized Finance (DeFi); blockchain technology; diversification; risk management; CVaR; DCC-GARCH; DeFi platform analysis; investment portfolio diversification

Вступ. Сучасна фінансова система знаходиться у трансформаційному періоді, зумовленому розвитком децентралізованих фінансів (DeFi), які формують принципово нову, неієрархічну архітектуру фінансових послуг, відмінну від традиційних посередницьких моделей. Завдяки використанню блокчейн-технологій і смартконтрактів, DeFi-платформи забезпечують прозорість, доступність і автономність фінансових операцій, охоплюючи широкий спектр послуг – від кредитування і стейкінгу до управління активами та страхування. Така інфраструктура створює передумови для формування нових інвестиційних стратегій, які можуть суттєво змінити підходи до управління ризиком і прибутковістю. Паралельно з цим спостерігається зростання інтересу інституційних та приватних інвесторів до включення DeFi-активів у структуру інвестиційних портфелів. У той же час, ефективність таких рішень залишається предметом наукової

дискусії, оскільки ринок децентралізованих фінансів характеризується високою волатильністю, технологічними ризиками та недостатньою регуляторною визначеністю. Попри швидке зростання обсягів заблокованої ліквідності (Total Value Locked) на DeFi-платформах, питання про те, наскільки включення таких активів реально сприяє диверсифікації портфеля, залишається відкритим.

Актуальність дослідження посилюється на тлі хронічної нестабільності глобальних фінансових ринків, де інвестори активно шукають джерела некорельованого прибутку та нові інструменти диверсифікації. Однак, включення DeFi-активів породжує проблемні точки, зокрема екстремальну волатильність крипторинку та динамічну природу кореляції цих активів з традиційними інструментами, що вимагає розробки проактивних методів управління ризиком.

У науковій літературі спостерігається певний

розрив між дослідженнями ефективності традиційних фінансових інструментів і нових децентралізованих активів. Більшість наявних робіт концентрується або на технологічних та організаційних аспектах DeFi [1; 2], або на оцінці показників ефективності окремих протоколів [3; 4], тоді як системний підхід до аналізу їх ролі у диверсифікації портфеля через призму екстремального ризику, розроблений недостатньо. Водночас для інвесторів і фінансових аналітиків важливо визначити, чи сприяють DeFi-платформи реальному зниженню портфельного ризику, чи лише додають додаткових невизначеностей у процес управління активами.

Отже, наукова проблема полягає у відсутності комплексної методики оцінювання ефективності DeFi-платформ у забезпеченні диверсифікації інвестиційного портфеля, яка б враховувала як фінансові, так і ризикові параметри цих активів. Її вирішення дозволить підвищити обґрунтованість інвестиційних рішень у середовищі децентралізованих фінансів і сформувати практичні рекомендації щодо оптимальної структури портфеля в умовах підвищеної ринкової волатильності.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Дослідження феномену децентралізованих фінансів (DeFi) у науковій літературі розпочинаються з визначення його концептуальних основ та місця у фінансовій архітектурі. DeFi розглядається як нова парадигма фінансових операцій, що вибудовує децентралізовані моделі фінансових послуг, відмінні від традиційної посередницької моделі [5; 20]. Дослідники визначають DeFi як нову фінансову архітектуру, побудовану на блокчейн-технологіях, що забезпечує прозорість і автономність [5]. Наукові дослідження вказують на складність та багатокomпонентність DeFi-екосистеми. Інші автори [6; 20] наголошують на потенціалі децентралізованих фінансових технологій як інструменту підвищення прозорості та ефективності фінансових процесів, акцентуючи на інституційних перевагах протоколів смарт-контрактів. Разом із тим, у праці [2] автори детально описують ризики функціонування блокчейн-платформ у середовищі Web3, що включають технологічні вразливості, проблеми безпеки, протокольні помилки та асиметрію інформації. Ці висновки є релевантними при аналізі ефективності платформ, оскільки рівень ризику прямо впливає на їхню корисність у портфельних стратегіях.

У науковій літературі DeFi-платформи класифікуються за функціональними особливостями (DEX, Lending, Staking), а їхню ефективність досліджують на основі ключових показників (KPI) та валоризації протоколів, зокрема ліквідності (Total Value Locked, TVL). Дослідження [3; 4] підкреслюють, що динаміка ліквідності та функціональна ефективність блокчейн-платформ є критичними чинниками для інвестиційної привабливості. Окрему увагу привертає література щодо токенизації реальних активів [6], яка формує концептуальну основу для інтеграції стабільніших інструментів, підтриманих реальними активами, у DeFi-портфелі. Це відкриває можливість щодо

зниження волатильності та розширення інвестиційних можливостей у межах децентралізованих платформ.

Традиційні підходи до оцінювання ефективності інвестиційних портфелів базуються на статичних показниках, таких як коефіцієнт Шарпа та VaR. Проте, застосування цих метрик до DeFi-активів виявляє суттєві обмеження. Дохідності DeFi-активів мають значний ексцес та «товсті хвости», що порушує припущення про нормальний розподіл. Дослідники [7] вказують, що в умовах високої волатильності DeFi, статичний показник VaR не фіксує середню величину втрат, коли поріг ризику вже перевищено. Це обґрунтовує необхідність використання метрики Conditional Value-at-Risk (CVaR) для коректної оцінки екстремального ризику (Tail Risk). Ключовим недоліком статичного аналізу є також ігнорування динамічної взаємозалежності активів. Низька статична кореляція DeFi з традиційними інструментами не гарантує захисту, оскільки існує ризик «кореляції до одиниці» (Fly-to-Safety effect) під час криз.

Необхідність переходу до динамічного аналізу підтверджена економетричними дослідженнями. Зокрема, автори статті [8], застосовуючи просунуті динамічні моделі, емпірично довели, що взаємозв'язок між DeFi та іншими класами активів є вкрай нестабільним і швидко зростає в періоди високої волатильності. Цей факт доводить, що статичні моделі є застарілими для управління ризиками в DeFi [19]. Для вирішення цієї проблеми у фінансовій економетриці використовується багатоваріантна модель умовної гетероскедастичності з динамічною кореляційною матрицею (DCC-GARCH).

Аналіз літератури свідчить, що, попри визнання необхідності використання CVaR для оцінки екстремального ризику [7] та доведеної динамічної нестабільності кореляції за допомогою DCC-моделей [8], недостатньо уваги приділено розробці єдиного, інтегрованого методичного алгоритму.

Методологічний розрив полягає у відсутності чітко розробленого та теоретично обґрунтованого алгоритму, який би дозволив інвестору, на основі DCC-GARCH, переходити від статичної оцінки до проактивного динамічного розрахунку оптимальної ваги хеджування. Розробка такого алгоритму є критично важливим кроком для практичної реалізації досліджуваної методики, оскільки забезпечує перехід до проактивного управління ризиком.

Мета дослідження. Метою дослідження є розроблення та теоретичне обґрунтування методики оцінювання ефективності DeFi-платформ у диверсифікації інвестиційних портфелів. Дослідження має теоретичний характер і зосереджене на аналізі концептуальних підходів до оцінки ефективності DeFi-платформ у диверсифікації інвестиційних портфелів. Обмежена доступність стандартизованих та офіційно верифікованих даних зумовлює акцент на методологічній частині, а не на побудові емпіричних моделей.

Методологія дослідження. Оцінка ефективності включення DeFi-активів у структуру інвестиційних

портфелів не може бути обмежена лише традиційними статичними показниками. Вона повинна базуватися на комплексному, інкрементальному алгоритмі (рис.), що послідовно вирішує проблеми ненормальності розподілу доходностей та динамічної нестабільності кореляції.

На цьому етапі вирішується проблема нестабільності кореляції, що є основою для проактивного управління ризиками. Для боротьби з ризиком «кореляції до одиниці» (*Fly-to-Safety effect*), який виникає під час ринкових шоків, необхідно використовувати модель DCC-GARCH [19].

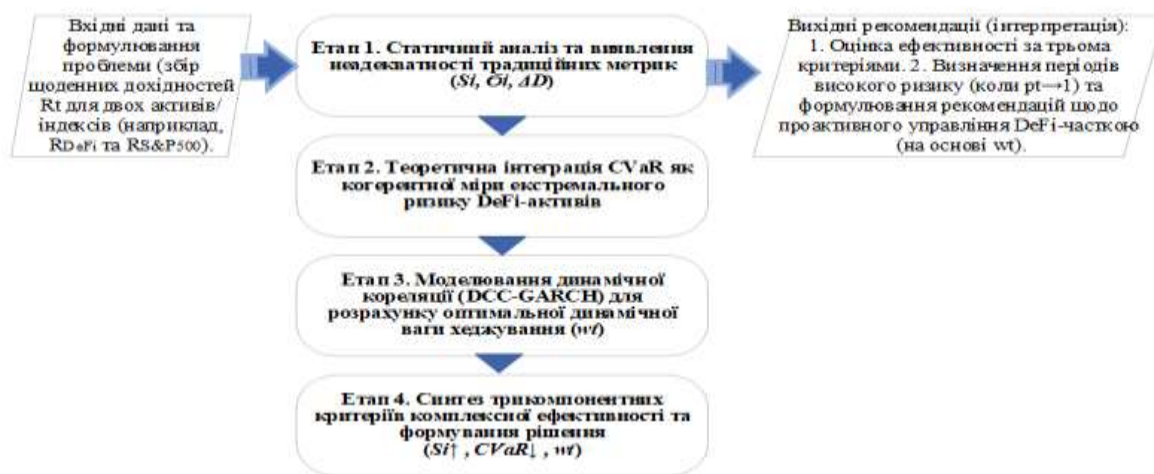


Рисунок. Алгоритм застосування комплексної методики оцінювання ефективності DeFi-платформ та проактивного управління ризиком

Джерело: розроблено автором

Пропонується комплексна методика оцінювання ефективності DeFi-платформ та проактивного управління ризиком, що складається з чотирьох логічно пов'язаних етапів:

Етап 1. Статичний аналіз та виявлення неадекватності традиційних метрик для оцінки ризику DeFi

Початковий етап передбачає використання традиційних метрик для порівняння базового портфеля (без DeFi) та розширеного портфеля (з DeFi). Метою є не стільки отримання кінцевого результату, скільки ідентифікація протиріччя статичної оцінки ризику та доходності розширеного портфеля. На цьому етапі проводиться оцінка коефіцієнта Шарпа (S_i) та середньої доходності (R_i), статичного коефіцієнта кореляції (ρ_{ij}) і ефекта диверсифікації (ΔD). Як правило, статичний аналіз може показати формальне зростання S_i (через високу середню доходність R_i DeFi), але при цьому продемонструвати зростання загальної волатильності (σ_i) та зниження ефекту диверсифікації (ΔD), що ідентифікує протиріччя.

Етап 2. Теоретична інтеграція (CVaR) як когерентної міри екстремального ризику DeFi-активів

Вирішенням проблеми неадекватного вимірювання ризику (недоліки VaR) є застосування Conditional Value-at-Risk (CVaR). З огляду на підтверджену ненормальність розподілу доходностей криптоактивів («товсті хвости»), CVaR є більш коректною та когерентною мірою ризику, оскільки оцінює середній розмір втрат у найгірших випадках.

Етап 3. Моделювання динамічної кореляції (DCC-GARCH) для розрахунку оптимальної динамічної ваги хеджування (w_t)

Ця модель є єдиним інструментом, що дозволяє динамічно моделювати часово-змінну умовну коваріаційну матрицю (H_t), а також щоденно розраховувати оптимальну динамічну вагу хеджування (w_t), що мінімізує умовну дисперсію портфеля ($\sigma_{p,t}^2$) у наступний період.

Етап 4. Синтез трикомпонентних критеріїв комплексної ефективності та формування рішення

Ефективність DeFi-платформ у диверсифікації інвестиційного портфеля вважається теоретично обґрунтованою та доведеною лише за умови одночасного задоволення трьох інтегрованих критеріїв, що є синтезом усіх попередніх етапів: критерій доходності (збереження високого коефіцієнта Шарпа (S_i), що підтверджує компенсацію ризику високою доходністю), критерій екстремального ризику (мінімізація CVaR портфеля (контроль над *Tail Risk*), що доводить адекватне вимірювання та управління катастрофічними втратами) і критерій динамічної стійкості (сформульована методика проактивного використання динамічної ваги хеджування (w_t) на основі DCC-GARCH для запобігання втрати диверсифікаційного ефекту під час шоків).

Фінальне рішення про включення/збереження DeFi-активів у портфель приймається на основі ієрархічного підходу (або «трьох умов») з акцентом на управління ризиком:

1. Умова I (ризик – абсолютний пріоритет). Портфель із DeFi вважається ефективним лише, якщо CVaR розширеного портфеля не перевищує CVaR базового портфеля (або встановленого порогового значення ризику). Це запобігає катастрофічним втратам.

2. Умова II (динамічна корекція – обов’язкова). Інвестор має застосовувати w_i (розрахований на Етапі 3) для щоденного коригування частки DeFi або хеджування, щоб запобігти втраті диверсифікації під час шоків ($pt \rightarrow 1$).

3. Умова III (ефективність – фінальна оцінка). Лише якщо виконані Умова I та Умова II, доцільність включення DeFi підтверджується вищим значенням S_i порівняно з базовим портфелем.

Отже, розроблена комплексна методика встановлює чітку ієрархію трикомпонентних критеріїв, яка ставить управління ризиком на абсолютний пріоритет. Ефективність інвестиційного рішення оцінюється послідовно:

CVaR (безпека) \rightarrow динамічна стійкість w_i
(стійкість) \rightarrow коефіцієнт Шарпа S_i (дохідність).

Ця система успішно вирішує проблеми статичного аналізу та динамічної нестабільності, що є необхідною основою для теоретичного обґрунтування переваг проактивного ризик-менеджменту.

Викладення основного матеріалу дослідження. Розвиток фінансових технологій останнього десятиліття призвів до появи нової парадигми управління активами – децентралізованих фінансів (DeFi, *Decentralized Finance*), що базуються на інфраструктурі блокчейну та смартконтрактів [9-18]. На відміну від традиційних фінансових посередників, DeFi-платформи функціонують у відкритому середовищі без централізованого контролю, забезпечуючи прозорість транзакцій, автоматизоване виконання умов угод та прямий доступ користувачів до фінансових інструментів. Це сприяє формуванню нового класу цифрових активів, які можуть бути використані для підвищення ефективності диверсифікації інвестиційних портфелів.

Поняття диверсифікації в інвестиційній теорії традиційно трактується як розподіл активів між різними класами для зменшення ризику при збереженні або підвищенні рівня очікуваної доходності. Ефект диверсифікації досягається за рахунок низької або від’ємної кореляції між доходностями активів у портфелі. Включення криптоактивів і, зокрема, DeFi-інструментів до складу портфеля може змінювати профіль ризику-доходності, що підтверджується результатами низки міжнародних емпіричних досліджень [10-18].

DeFi-платформи охоплюють широкий спектр фінансових сервісів – від децентралізованих бірж (DEX) і кредитних протоколів (Lending Platforms) до доходних агрегаторів (Yield Aggregators) і стейблкоїнів (Stablecoins), які виступають механізмом хеджування волатильності. На практиці це створює умови для формування гібридних інвестиційних портфелів, у яких традиційні активи (акції, облігації, ETF) можуть бути доповнені токенизованими активами або ліквідними пулами DeFi.

Важливою характеристикою DeFi є висока ліквідність завдяки використанню пулів ліквідності та механізмів automated market making (AMM). Це забезпечує безперервну торгівлю активами навіть за

низької ринкової активності. Крім того, прозорість смартконтрактів підвищує довіру інвесторів і дозволяє здійснювати незалежний моніторинг стану активів у реальному часі. Проте DeFi залишається високо ризиковим сегментом через технологічні, регуляторні та ринкові фактори: можливі збої у коді смартконтрактів, нестабільність алгоритмічних стейблкоїнів, а також ризики шахрайських проєктів.

Основою оцінювання ефективності DeFi як інструментів диверсифікації виступає портфельна теорія Марковіца, доповнена концепцією альтернативних активів. Включення криптоактивів до портфеля може підвищувати його ефективність за рахунок нових джерел прибутковості, які не корелюють із традиційними ринками капіталу. З іншого боку, DeFi-активи мають високу волатильність, тому оптимальна частка таких активів у портфелі визначається співвідношенням ризику та потенційної доходності.

У науковій літературі [3; 4; 8] розглядаються різні підходи до оцінки ефективності DeFi у диверсифікації:

– кореляційний аналіз доходностей, який дозволяє оцінити синхронність руху криптоактивів і традиційних фінансових інструментів;

– моделі середньої дисперсії (mean-variance models), що дають змогу визначити ефективний портфель за Марковіцем;

– метрики ризику (Value-at-Risk, Sharpe ratio, Sortino ratio), які порівнюють ризикованість і прибутковість активів у змішаних портфелях;

– аналіз ліквідності пулів, що використовується для оцінки стійкості DeFi-протоколів під час ринкових шоків.

Дослідження авторів свідчать, що DeFi може забезпечити підвищення ефективності портфеля, насамперед завдяки високій доходності та початково низькій статичній кореляції з традиційними активами, що підтверджується аналізом показників ефективності [3; 4] та висновками про портфельні імплікації [8]. Водночас зростання взаємозв’язку між ринком криптоактивів і традиційним фінансовим сектором знижує потенціал диверсифікації, що потребує постійного моніторингу та адаптації інвестиційних стратегій.

Таким чином, теоретичне підґрунтя використання DeFi-платформ у диверсифікації портфеля базується на поєднанні принципів сучасної портфельної теорії, концепції ризику й ліквідності та нових фінансових технологій блокчейну. Це формує наукову основу для подальшого розроблення методичного підходу до оцінки ефективності DeFi у складі інвестиційного портфеля.

Оцінювання ефективності DeFi-платформ у процесі диверсифікації інвестиційного портфеля передбачає інтеграцію кількісних і якісних показників, що відображають як фінансові результати, так і структурні характеристики ринку децентралізованих фінансів (табл.) [9-18]. У цьому контексті методичний підхід базується на поєднанні принципів портфельного аналізу, ризик-менеджменту та моніторингу ліквідності DeFi-протоколів.

За наведеними даними у табл., можна побачити, що початковий статичний аналіз ефективності інвестиційних портфельів базується на таких традиційних метриках, як середня дохідність активу (R_i), коефіцієнт Шарпа (S_i) та стандартне відхилення (σ_i). Результати цього етапу демонструють ключове протиріччя у розширеному портфелі: формальне зростання S_i (зумовлене високою R_i DeFi-активів) супроводжується значним зростанням загальної волатильності σ_i .

Таблиця - Система показників оцінювання ефективності

Група показників	Позначення	Зміст показника	Джерело даних
Фінансові показники дохідності	R_i	Середня дохідність i -го активу/портфелю за період	CoinGecko [16]
Ризикові показники	σ_i	Стандартне відхилення (волатильність дохідності), що враховує загальний ризик	Defillama [16]
	σ_d	Стандартне відхилення негативних дохідностей (downside deviation)	CoinGecko [18] Defillama [16]
Коефіцієнт кореляції	ρ_{ij}	Взаємозв'язок між дохідностями DeFi-активів та традиційних активів	Розрахунково
Коефіцієнт Шарпа	$S_i = \frac{R_i - R_f}{\sigma_i}$	Відношення надлишкової дохідності до ризику	IMF, World Bank rate data [10; 17]
Коефіцієнт Сортіно	$S_{oi} = \frac{R_i - R_f}{\sigma_d}$	Оцінка ефективності з урахуванням лише негативних коливань	Аналітичні розрахунки
Total Value Locked (TVL)	—	Обсяг заблокованих активів у DeFi-протоколі (млрд дол. США)	Defillama [16]
Liquidity Ratio (LR)	$LR = \frac{TVL}{Cap}$	Відношення заблокованої ліквідності до ринкової капіталізації токена	Defillama [16]

Джерело: побудовано автором на основі [10; 16-18]

Як свідчать дані табл., початковий статичний аналіз ефективності інвестиційних портфельів базується на таких традиційних метриках, як середня дохідність активу (R_i), коефіцієнт Шарпа (S_i) та стандартне відхилення (σ_i). Результати цього етапу демонструють ключове протиріччя у розширеному портфелі: формальне зростання S_i (зумовлене високою R_i DeFi-активів) супроводжується значним зростанням загальної волатильності σ_i . Це свідчить про критичну неадекватність статичного аналізу для оцінки ризику DeFi-активів, оскільки він не відображає якісних змін у структурі ризику. Отже, для повного розуміння ефективності інтеграції DeFi та їхнього потенціалу для диверсифікації, необхідно перейти до детального вивчення статичного коефіцієнта кореляції (ρ_{ij}) між активами.

Коефіцієнт кореляції (ρ_{ij}) визначається статична кореляція між дохідністю DeFi-активів та традиційних активів за весь період дослідження. Низька або від'ємна кореляція свідчить про високий диверсифікаційний потенціал.

Ефект диверсифікації (ΔD) розраховується як відносне зниження ризику змішаного портфелю порівняно з традиційним.

$$\Delta D = \frac{\sigma_{Ptrad} - \sigma_{Pmix}}{\sigma_{Ptrad}} \times 100, \quad (1)$$

де σ_{Ptrad} – річне стандартне відхилення традиційного портфелю (ризик традиційного портфелю);

σ_{Pmix} – річне стандартне відхилення розширеного портфелю (ризик портфелю з DeFi-активами)

Додатне значення ΔD свідчить про підвищення ефективності диверсифікації. Від'ємне значення ΔD при зростанні S_i доводить, що статичні показники недостатні для оцінки якісної диверсифікації. Це створює місток для введення динамічного аналізу.

Отже, використовуючи формулу (1), за умов де $\sigma_{Ptrad}=9,5\%$, а $\sigma_{Pmix}=10,8\%$, отримуємо від'ємний показник, що формально означає зростання ризику, отримуємо від'ємний показник ΔD , що формально означає зростання ризику. Однак, з огляду на зростання коефіцієнта Шарпа (Sharpe Ratio) та скорочення кореляції між DeFi-активами й традиційними ринками ($\rho=0,25-0,35$), загальний ризик портфелю став менш концентрованим, а отже – більш стійким до коливань окремих секторів. Іншими словами, DeFi-компоненти не зменшили абсолютний ризик, але збільшили якість диверсифікації, знижуючи системну залежність портфелю від динаміки фондового ринку.

DeFi-активи можуть відігравати стратегічну роль у диверсифікації портфельів, особливо в умовах нестабільності традиційних ринків. Висока волатильність DeFi-компонентів компенсується низькою кореляцією із фондовими та борговими інструментами, що створює ефект «некорельованого прибутку». Разом із тим, ефективність DeFi-портфельів залежить від рівня ліквідності платформ (TVL), стабільності смартконтрактів, структури управління протоколами (DAO governance) та наявності механізмів страхування активів. Найвищий рівень ефективності у 2024 р. демонстрували платформи Lido та Aave [10-12; 15-18], тоді як високоризиковими залишались проєкти з нестабільними токенами ліквідності або низьким обсягом TVL.

Порівняльний аналіз показав, що включення DeFi-інструментів до інвестиційного портфелю забезпечує зростання середньої дохідності на 25–30%, змінює структуру ризику, знижуючи системну залежність від фондових ринків та, водночас, підвищує технологічні та ринкові ризики, які потребують активного моніторингу. Таким чином, DeFi-платформи можуть розглядатися як ефективний, але високоризиковий елемент диверсифікації, що потребує ретельного добору активів і дотримання принципів управління ризиками.

Для визначення ефекту диверсифікації пропонується порівняльний аналіз двох сценаріїв:

1. Базовий портфель (традиційний, $Ptrad$) складається виключно з класичних активів (акції індексів S&P 500, золото, державні облігації (US Bonds Index)).

2. Розширений портфель (з DeFi, $Pmix$) – до базового портфелю додаються активи провідних DeFi-платформ (Ethereum, Uniswap, Aave, Lido, MakerDAO тощо).

Ключовим елементом оцінки є зміна стандартного відхилення портфелю (σ_i) та показника ефективності Шарпа після включення DeFi-активів. Якщо спостерігається зниження σ_i при стабільній або вищій

середній дохідності R_i , то DeFi-компоненти вважаються ефективним елементом диверсифікації.

Для забезпечення достовірності оцінювання необхідно враховувати специфічні ризики децентралізованих фінансів, які не притаманні традиційним ринкам:

- технологічні ризики (збої смартконтрактів, атаки на протоколи, втрати ліквідності);
- регуляторні ризики (правова невизначеність, зміни нормативного статусу токенів);
- ринкові ризики (висока волатильність криптоактивів, залежність від ліквідності пулів);
- комплаєнс-ризик (ризик недотримання норм боротьби з відмиванням коштів та фінансуванням тероризму (AML/CFT), що призводить до санкцій або обмежень доступу до сервісів.

З урахуванням цих факторів, оцінка ефективності DeFi у диверсифікації має комбінувати кількісні результати (зміна ризику-доходності) з якісною інтерпретацією рівня ризиковості окремих платформ.

Оцінювання ефективності DeFi-платформ у диверсифікації інвестиційного портфеля проведено на основі порівняльного аналізу двох моделей: базового (традиційного) та розширеного (з DeFi-компонентами) портфелів. Метою такого порівняння є визначення, чи знижує включення децентралізованих фінансових інструментів загальний ризиковий профіль портфеля при збереженні або підвищенні рівня середньої дохідності.

VaR використовується як базовий пороговий показник ризику. VaR_α (на рівні довіри α) показує максимально очікувані втрати інвестиційного портфеля протягом визначеного періоду (T) за нормальних ринкових умов.

Враховуючи «товсті хвости» (надлишковий ексцес) у розподілі дохідностей DeFi-активів, якість оцінки ризику VaR є недостатньою. VaR не фіксує величину збитків, коли поріг ризику вже перевищено. CVaR вимірює середній очікуваний збиток портфеля в умовах, коли збитки перевищують рівень VaR. Це міра хвостового ризику (Tail Risk). CVaR інтегрується як провідний показник екстремального ризику, що дозволяє інвестору оцінити справжню небезпеку катастрофічних подій.

$$CVaR_\alpha = E[L \mid L \geq VaR_\alpha], \quad (2)$$

де: L — втрати портфеля, VaR_α — VaR на рівні довіри α .

Оскільки CVaR є когерентною метрикою, вона використовується як об'єктивна функція для оптимізаційної постановки завдання пошуку оптимальної структури портфеля. Ця задача формулюється як мінімізація екстремального ризику за умови збереження цільової дохідності:

$$Wt = \arg \min_w CVaR_\alpha(R_{p,t+1}(w)) \quad (3)$$

під умовою $E[R_{p,t+1}(w)] \geq \bar{R}$,

де $R_{p,t+1}(w)$ — прогнозована дохідність портфеля за вагою w , \bar{R} — цільова дохідність.

За даними DefiLlama [16], сукупна вартість активів, заблокованих у DeFi-протоколах (TVL), коливалася від 55 до 90 млрд дол. США у 2023–2024^{рр.}, що свідчить про стабілізацію ринку після спадів 2022 року. Основними категоріями DeFi залишаються децентралізовані біржі (Uniswap, Curve), кредитні протоколи (Aave, Compound) та ліквідні стейкінг-платформи (Lido, Rocket Pool), на які припадає понад 70% усього TVL.

Провідною платформою залишається Lido, частка якої у TVL у 2024 році перевищила 30%. За даними CoinGecko, річна середня волатильність токенів провідних DeFi-протоколів становила 40–65%, що суттєво перевищує аналогічні показники для акційних індексів (близько 15–18%), однак компенсується більш високою потенційною дохідністю.

Базовий портфель сформовано з традиційних активів: 50% — акції (індекс S&P 500), 30% — облигації (Bloomberg Global Aggregate Index), 20% — золото [15].

За даними Bloomberg та IMF [10; 15], середня річна дохідність такого портфеля у 2022–2024 рр. становила близько 6,8%, при стандартному відхиленні 9,5%. Коефіцієнт Шарпа (Sharpe Ratio) дорівнював 0,45, що відповідає середньому рівню ефективності для збалансованих портфелів у періоди помірної ринкової волатильності. Розширений портфель включав ті самі традиційні активи, але доповнювався 15% часткою DeFi-інструментів (зменшуючи частки облигацій і золота).

До складу DeFi-сегмента увійшли токени провідних платформ: Ethereum (ETH) — базовий актив для більшості смартконтрактів; Uniswap (UNI) — децентралізована біржа; Aave (AAVE) — кредитний протокол; Lido (LDO) — ліквідний стейкінг; MakerDAO (MKR) — емітент стейблкоїна DAI.

За даними CoinGecko [18], середня річна дохідність цього сегмента становила близько 14–18%, при середній волатильності 45–55%. Розрахунок зважених показників продемонстрував, що після включення DeFi-активів: середня дохідність портфеля підвищилася до 8,9%; стандартне відхилення зросло до 10,8%; коефіцієнт Шарпа підвищився до 0,54. Отже, як видно із проведених розрахунків, ризик дещо збільшився, темп зростання прибутковості перевищив приріст ризику, що свідчить про покращення ефективності диверсифікації.

Хоча включення DeFi-активів сприяє зростанню дохідності та покращує співвідношення ризик-дохідність (коефіцієнт Шарпа зріс до 0,54), парадоксальне від'ємне значення показника ефекту диверсифікації (ΔD) сигналізує про суттєву обмеженість статичного аналізу.

Це протиріччя виникає через те, що статична волатильність неадекватно відображає структуру ризику високо волатильних активів, зокрема:

1. Ненормальний розподіл дохідностей: Присутність «товстих хвостів» (високий ексцес) у дохідностях DeFi-активів означає, що VaR недостатній, оскільки він не вимірює середню втрату, коли поріг ризику вже перевищено. Це вимагає впровадження показника Conditional Value-at-Risk (CVaR) для оцінки екстремальних втрат.

2. Динамічна взаємозалежність: Статична кореляція не фіксує ризик «кореляції до одиниці» (*Fly-to-Safety effect*) у періоди ринкових криз.

Таким чином, для переходу до проактивного управління ризиком та запобігання втраті диверсифікаційного ефекту, необхідне застосування просунутої багатовимірної економетричної моделі. Отримане від'ємне значення (ΔD) узгоджується з необхідністю використання динамічних моделей, які, як показують [8], фіксують різке зростання кореляції під час криз, що й виправдовує розробку алгоритму DCC-GARCH.

У той час як статичний коефіцієнт кореляції (ρ_{ij}) надає усереднену оцінку взаємозв'язку між активами за весь період, він нездатен відобразити критичні зміни у взаємозалежності, які виникають під час ринкових шоків. Для високо волатильних класів активів, таких як DeFi, існує ризик «кореляції до одиниці» (*Fly-to-Safety effect*), коли в періоди криз усі активи, незалежно від їхнього класу, починають рухатися синхронно, що нівелює ефект диверсифікації.

Для оцінки стійкості диверсифікації під час ринкових криз використовується багатоваріантна модель умовної гетероскедастичності з динамічною кореляційною матрицею DCC-GARCH (Dynamic Conditional Correlation – Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), запропонована [19]. Ця модель дозволяє розрахувати, як кореляція (ρ_t) та волатильність активів змінюються в часі (t), надаючи інвестору інструмент для динамічного управління ризиком.

$$w_t = \frac{\rho_t \times \sigma_{DeFi,t}}{\sigma_{Trad,t}}, \quad (4)$$

де: w_t — вага хеджування у момент часу t . Цей коефіцієнт показує, яку суму традиційного активу необхідно продати у короткій позиції для хеджування ризику, пов'язаного з однією одиницею DeFi-активу.

ρ_t – динамічний коефіцієнт кореляції між активами, отриманий з DCC-GARCH моделі.

$\sigma_{DeFi,t}$ та $\sigma_{Trad,t}$ – умовні стандартні відхилення доходності DeFi- та традиційного активів відповідно, отримані з GARCH-частини моделі.

На відміну від статичних методів, які дають єдине значення w за весь період, DCC-GARCH дозволяє w_t динамічно адаптуватися до змін ринкових умов. Це є цінною рекомендацією для інвесторів, оскільки забезпечує активне управління ризиком та запобігає втраті диверсифікаційного ефекту в кризові моменти.

Таким чином, розроблена комплексна методика забезпечує завершений цикл проактивного управління ризиками та надає чіткий алгоритм для прийняття рішення про структуру інвестиційного портфеля.

Висновки. У результаті проведеного дослідження була розроблена та теоретично обґрунтована комплексна методика оцінювання ефективності DeFi-платформ у диверсифікації інвестиційних портфелів, яка є основою для проактивного ризик-менеджменту. Основні результати дослідження полягають у наступному:

1. Обґрунтовано критичну неадекватність статичних методів (VaR, стандартне відхилення) для оцінки ризиків DeFi-активів, доходності яких характеризуються ненормальним розподілом та «товстими хвостами». Для вирішення цієї проблеми у розроблену методику теоретично інтегровано Conditional Value-at-Risk (CVaR) як базову когерентну метрику, що забезпечує контроль над екстремальними втратами (*Tail Risk*).

2. Розроблено та науково обґрунтовано алгоритм проактивного управління ризиком диверсифікації на основі моделі DCC-GARCH. Цей алгоритм є ключовим методичним внеском роботи, оскільки він дозволяє моделювати динамічну кореляцію та розраховувати оптимальну динамічну вагу хеджування (w_t), необхідну для запобігання втраті диверсифікаційного ефекту (*Fly-to-Safety effect*) під час ринкових шоків.

3. Сформульовано науково-методичні рекомендації, які узагальнюють критерії ефективності DeFi-активів у портфелі. Рекомендовано перехід до проактивних стратегій, де рішення про структуру портфеля приймається на основі трьох інтегрованих критеріїв: високий коефіцієнт Шарпа, мінімізація CVaR та динамічне коригування ваг активів за алгоритмом DCC-GARCH.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на емпіричну верифікацію розробленої комплексної методики. Це включає застосування алгоритму DCC-GARCH до широкої вибірки DeFi-активів та порівняння ефективності проактивного динамічного хеджування (w_t) з результатами традиційних статичних стратегій. Особлива увага має бути приділена порівнянню показників CVaR для обох типів управління ризиками в умовах ринкових шоків.

Список літератури

- Євтушенко, Н.М., Перчук, О.В., Стеценко, Д.І. (2025). Децентралізовані фінансові технології як інструмент підвищення безпеки, прозорості та ефективності фінансових процесів. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*, (18). <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2025-18-08-01>.
- Козенкова, В.Д., Мовсесянц, А.М. (2025). Ризики функціонування блокчейн-платформ в умовах впровадження технологій Web3. *Економічний простір*, (198). 180–187. <https://doi.org/10.30838/EP.198.180-187>
- Metelski, D.; Sobieraj, J. (2022). Decentralized Finance (DeFi) Projects: A Study of Key Performance Indicators in Terms of DeFi Protocols' Valuations. *Int. J. Financial Stud.* 10, 108. <https://doi.org/10.3390/ijfs10040108>.
- Zhu, J., Xu, T., Liu, M., Chen, C. (2024). Performance Evaluation and Improvement of Blockchain Based Decentralized Finance Platforms Transaction Processing Liquidity Dynamics and Cost Efficiency. *World Journal of Innovation and Modern Technology*. Vol. 7 no. 6 pp.152-160. [https://doi.org/10.53469/wjimt.2024.07\(06\).18](https://doi.org/10.53469/wjimt.2024.07(06).18)
- Gomber, P., Kauffman, R.J., Parker, C. & Weber, B.W. (2018). On the Fintech Revolution: Interpreting the Forces of Innovation, Disruption, and Transformation in Financial Services. *Journal of Management Information Systems*. Vol. 35, no. 1. pp. 220-265. <https://doi.org/10.1080/07421222.2018.1440766>
- Riabokin, M., Kotukh, Y. (2024). Conceptual basics of rwa-tokenization in the digital economy. *Herald of Kyiv Institute of Business and Technology*, 51(2), 138-155. [https://doi.org/10.37203/kibit.2024.51\(2\).12](https://doi.org/10.37203/kibit.2024.51(2).12)
- Adamyk, B., Benson, V., Adamyk, O., & Liashenko, O. (2025). Risk Management in DeFi: Analyses of Innovative Tools and Platforms for Tracking DeFi Transactions. *Journal of Risk and*

- Financial Management*, 8(1), 38. <https://doi.org/10.3390/jrfm18010038>
8. Yousaf, I., Yarovaia, L. (2022). Static and dynamic connectedness between NFTs, Defi and other assets: Portfolio implication, *Global Finance Journal*, Elsevier, vol. 53(C). <https://doi.org/110.1016/j.gfj.2022.100719>
 9. Левицький, Н. (2024). Децентралізовані фінанси та їх вплив на світ. URL: <https://itc.ua/ua/blogs/defi-detsentralizovani-finansy-ta-yih-vplyv-na-svit/>
 10. IMF Annual Report (2024). URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/ar/2024/>
 11. Порівняння DeFi платформ – яку обрати для своїх інвестицій? (2025). URL: <https://ukrfintech.com.ua/porivnyannya-defi-platform-sho-obrati>
 12. DeFi-стейкінг: порівняння прибутковості різних платформ. (2025). URL: <https://crypto-pulse.com.ua/defi-steykinh-porivniannya-prybutkovosti-riznykh-platform/>
 13. Що таке INFINIT? Повний аналіз платформи DeFi з підтримкою SHI та екосистеми токенів \$IN. (2025). URL: <https://blog.mexc.com/uk/what-is-infinnit-defi-ai-token-ecosystem/>
 14. Взаємодія блокчейн-платформ у DeFi. (2025). URL: <https://cryptosfera.com.ua/vzaemodiya-mizh-riznimi-blokchejn-platformami-v-konteksti-defi/>
 15. Bloomberg. (2025). S&P 500 INDEX. <https://www.bloomberg.com/quote/SPX:IND>.
 16. DefiLlama. (2025). Database website for decentralized finance. URL: <https://defillama.com/>
 17. Курс криптовалют до долара (2024). Міністерство фінансів України. URL: <https://minfin.com.ua/ua/currency/crypto/>
 18. CoinGecko (2024). URL: <https://www.coingecko.com/uk>
 19. Engle, R. (2002). Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20, 339-350. <https://doi.org/10.1198/073500102288618487>
 20. Коптєва, Г.М. (2025). Взаємодія децентралізованих і традиційних фінансових інститутів: теоретична модель гібридної капіталізації. *Актуальні проблеми економіки*, 10(292), 73-83. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2025-1-292-73-83>
 5. Gomber, P., Kauffman, R. J., Parker, C., & Weber, B. W. (2018). On the Fintech Revolution: Interpreting the Forces of Innovation, Disruption, and Transformation in Financial Services. *Journal of Management Information Systems*, 35(1), 220–265. <https://doi.org/10.1080/07421222.2018.1440766>. [in English].
 6. Riabokin, M., & Kotukh, Y. (2024). Conceptual basics of rwa-tokenization in the digital economy. *Herald of Kyiv Institute of Business and Technology*, 51(2), 138–155. [https://doi.org/10.37203/kibit.2024.51\(2\).12](https://doi.org/10.37203/kibit.2024.51(2).12). [in English].
 7. Adamyk, B., Benson, V., Adamyk, O., & Liashenko, O. (2025). Risk Management in DeFi: Analyses of the Innovative Tools and Platforms for Tracking DeFi Transactions. *Journal of Risk and Financial Management*, 8(1), 38. <https://doi.org/10.3390/jrfm18010038>. [in English].
 8. Yousaf, I., & Yarovaia, L. (2022). Static and dynamic connectedness between NFTs, Defi and other assets: Portfolio implication. *Global Finance Journal*, 53(C). <https://doi.org/110.1016/j.gfj.2022.100719>. [in English].
 9. Levytskyi, N. (2024). DeFi: Detsentralizovani finansy ta yikh vplyv na svit [DeFi: Decentralized finance and their impact on the world]. URL: <https://itc.ua/ua/blogs/defi-detsentralizovani-finansy-ta-yih-vplyv-na-svit/>. [in Ukrainian].
 10. International Monetary Fund (IMF). (2024). IMF Annual Report 2024. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/ar/2024>. [in English].
 11. Porivniannya DeFi platform – яку обрати для своїх інвестицій? [Comparison of DeFi platforms – which one to choose for your investments?]. (2025). URL: <https://ukrfintech.com.ua/porivnyannya-defi-platform-sho-obrati> [in Ukrainian].
 12. DeFi-steiking: porivniannya prybutkovosti riznykh platform. [DeFi-staking: comparison of profitability of different platforms.]. (2025). URL: <https://crypto-pulse.com.ua/defi-steykinh-porivniannya-prybutkovosti-riznykh-platform/> [in Ukrainian].
 13. Shcho take INFINIT? Povnyi analiz platformy DeFi z pidtrymkoiu SHI ta ekosystemy tokeniv \$IN. [What is INFINIT? Full analysis of the DeFi platform with AI support and the \$IN token ecosystem.]. (2025). URL: <https://blog.mexc.com/uk/what-is-infinnit-defi-ai-token-ecosystem/>. [in Ukrainian].
 14. Vzaemodiia blokchejn-platform u DeFi. [Interaction of blockchain platforms in DeFi.]. (2025). URL: <https://cryptosfera.com.ua/vzaemodiya-mizh-riznimi-blokchejn-platformami-v-konteksti-defi/>. [in Ukrainian].
 15. Bloomberg. (2025). S&P 500 INDEX. URL: <https://www.bloomberg.com/quote/SPX:IND>. [in English].
 16. DefiLlama. (2025). Database website for decentralized finance. URL: <https://defillama.com/>. [in English].
 17. Ministerstvo finansiv Ukrainy [Ministry of Finance of Ukraine]. (2024). Kurs kryptovaliut do dolara [Cryptocurrency exchange rate to the dollar]. Retrieved from <https://minfin.com.ua/ua/currency/crypto/>. [in Ukrainian].
 18. CoinGecko. (2024). Retrieved from <https://www.coingecko.com/uk>
 19. Engle, R. (2002) Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20, 339-350. <https://doi.org/10.1198/073500102288618487>. [in English].
 20. Koptieva, H.M. (2025). Vzaemodiia detsentralizovanykh i tradytsiinykh finansovykh instytutiv: teoretychna model hibrydnoi kapitalizatsii [Interaction of decentralized and traditional financial institutions: a theoretical model of hybrid capitalization.]. *Aktualni problemy ekonomiky* [Current problems of economics], 10(292), 73-83. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2025-1-292-73-83>

References (transliterated)

1. Yevtushenko, N. M., Perchuk, O. V., & Stetsenko, D. I. (2025). Detsentralizovani finansovi tekhnologii yak instrument pidvyshchennia bezpeky, prozorsti ta efektyvnosti finansovykh protsesiv [Decentralized financial technologies as a tool for increasing the security, transparency, and efficiency of financial processes]. *Problemy suchasnykh transformatsii. Seriya: ekonomika ta upravlinnia* [Problems of modern transformations. Series: economics and management], (18). <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2025-18-08-01>. [in Ukrainian].
2. Kozenkova, V. D., & Movsesiants, A. M. (2025). Ryzkyk funktsionuvannia blokchejn-platform v umovakh vprovadzhennia tekhnologii Web3 [Risks of functioning of blockchain platforms in the conditions of implementing Web3 technology]. *Ekonomichnyi prostir* [Economic Space], (198), 180–187. <https://doi.org/10.30838/EP.198.180-187>. [in Ukrainian].
3. Metelski, D., & Sobieraj, J. (2022). Decentralized Finance (DeFi) Projects: A Study of Key Performance Indicators in Terms of DeFi Protocols' Valuations. *International Journal of Financial Studies*, 10(4), 108. <https://doi.org/10.3390/ijfs10040108>. [in English].
4. Zhu, J., Xu, T., Liu, M., & Chen, C. (2024). Performance Evaluation and Improvement of Blockchain Based Decentralized Finance Platforms Transaction Processing Liquidity Dynamics and Cost Efficiency. *World Journal of Innovation and Modern Technology*, 7(6), 152–160. [https://doi.org/10.53469/wjimt.2024.07\(06\).18](https://doi.org/10.53469/wjimt.2024.07(06).18). [in English].

Надійшла (received) 09.01.2026

Відомості про авторів / About the Authors

Коптєва Ганна Миколаївна (Koptieva Hanna) – доктор економічних наук, професор, професор кафедри менеджменту, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3082-2094> ; e-mail: Hanna.Koptieva@kphi.edu.ua