

В. В. Кулаженко,
к. е. н., доцент кафедри цифрової економіки та системного аналізу,
Київський національний торговельно-економічний університет,
ORCID ID: 0000-0002-3535-3442

В. В. Лазоренко,
к. е. н., старший викладач кафедри цифрової економіки та системного аналізу,
Київський національний торговельно-економічний університет,
ORCID ID: 0000-0003-4492-3977

О. Ф. Кузнецов,
старший викладач кафедри цифрової економіки та системного аналізу,
Київський національний торговельно-економічний університет,
ORCID ID: 0000-0002-6811-9345

DOI: 10.32702/2306-6814.2021.2.30

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ ФОРМУВАННЯ ФОНДОВОГО ПОРТФЕЛЯ ІНВЕСТОРА ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

V. Kulazhenko,
PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Digital Economy
and System Analysis, Kyiv National University of Trade And Economics

V. Lazorenko,
PhD in Economics, Senior Lecturer of the Department of Digital Economy
and System Analysis, Kyiv National University of Trade And Economics

O. Kuznetsov,
Senior Lecturer of the Department of Digital Economy and System Analysis,
Kyiv National University of Trade And Economics

RESEARCH OF THE INVESTOR'S STOCK PORTFOLIO FORMATION ALGORITHM USING THE FUZZY SET THEORY

У статті розглянуто проблеми, що виникають під час формування фондового портфеля інвестора та алгоритм їх вирішення за допомогою нечітко-множинної моделі. Розглянуто сучасний стан фондового ринку України, його основні тенденції та вплив на процес формування інвестиційного портфеля. Проаналізовано основні вітчизняні законодавчі акти, що регулюють діяльність фондового ринку та інвесторів, а також визначають особливості інвестиційного клімату, бажання іноземних інвесторів вкладати кошти у вітчизняні цінні папери. Приділено увагу політиці держави у цій сфері, зокрема щодо впровадження накопичувальної пенсійної системи, що визначає подальший напрям розвитку інвестиційної діяльності в Україні. Розкрито сутність структури інвестиційного портфеля, яка безпосередньо впливає на прийняття інвестиційних рішень. Проаналізовано основні ризики, з якими зіштовхується інвестор під час створення власного портфеля цінних паперів, які можуть призвести не тільки до зменшення прибутку, але й до значних втрат. Описано основні наявні теорії створення інвестиційного фондового портфеля, їх сутність та можливість використання на практиці. Детально розглянуто основи теорії нечітких множин, зокрема принципи нечітких множин, нечіткі числа та їх типи, а також можливості практичного застосування цієї теорії у бізнес-сфері. Описано світовий досвід використання теорії нечітких множин у бізнесі, зокрема у сфері фінансів, маркетингу, виробництві та енергетиці.

На базі трикутних нечітких чисел з функцією належності побудовано нечітко-множинну модель для формування якісного інвестиційного портфеля, яка призвана зменшити або повністю ліквідувати інвестиційні ризики та забезпечити стабільний прибуток. Описано інтегрований показник, що визначає рейтинг цінних паперів для прийняття рішення щодо їх купівлі або продажу на фондовій біржі. На його основі розроблено алгоритм проведення скорингу акцій та облігацій, який повинен застосовуватись при формуванні та подальшій роботі з власним інвестиційним портфелем.

In this article the problems have been considered that arise in the formation of the investor's stock portfolio and the algorithm for solving them using a fuzzy-set model. The current state of the stock market of Ukraine, its main trends and influence on the process of investment portfolio formation has been considered. The main domestic legislative acts have been analyzed, which regulated the activities of the stock market and stock market participants, as well as determined the peculiarities of the investment climate of Ukraine, the desire of foreign investors to invest in domestic securities. Attention has been also paid to the state policy in this area, in particular on the introduction of a funded pension system, which determines the further direction of investment activity in Ukraine. The essence of the investment portfolio structure has been revealed, which directly influences investment decisions. The main risks have been analyzed, that an investor faces when he creates his own portfolio of securities, which can lead not only to a profit reduction, but also to significant losses. The main existing theories of creating an investment stock portfolio have been described, their essence and possibility of use in practice. The basics of fuzzy set theory have been considered in detail, in particular the principles of fuzzy sets, fuzzy numbers and their types, as well as the possibilities of practical application of this theory in the business sphere. The world experience of using fuzzy set theory in business has been described, in particular in the field of finance, marketing, production and energy. A fuzzy-set model has been built on the basis of triangular fuzzy numbers with the membership function to form a high-quality investment portfolio, which is designed to reduce or completely eliminate investment risks and ensure a stable profit. An integrated indicator has been described, which determines the rating of securities for making a decision on their purchase or sale on the stock exchange. An algorithm for scoring shares and bonds has been developed on its base, which should be used in the formation and further work with its own investment portfolio.

Ключові слова: алгоритм, фондовий портфель, інвестиції, інформаційна невизначеність, інвестиційна привабливість, теорія нечітких множин, акції, облігації.

Key words: algorithm, modeling, stock portfolio, investments, information uncertainty, investment attractiveness, fuzzy set theory, stocks, bonds.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На сьогодні значна частка населення України використовує банківські депозити, як засоби збереження коштів. Однак вкладники вимушені обмежувати свою вигоду, процентними ставками банків, які знижуються у зв'язку із нинішньою кризою в Україні та довгостроковістю депозитів, що робить їх ще менш привабливими. Прийнятною альтернативою банківським вкладом у всьому світі, й в Україні, є інвестиційна діяльність.

Нині інвестиційна діяльність в Україні не має широкого розповсюдження, однак є всі передумови для її швидкого зростання. Міністерство праці та соціальної

політики України вже неодноразово наголошувала, що на зміну нинішньої солідарної пенсійної системи повинна прийти обов'язкове накопичувальне пенсійне страхування. Зібрані таким чином кошти будуть інвестуватись в економіку країни на довгий строк [1].

Вже за 2020 рік інвестиції у "голубі фішки" української економіки принесли 64% річних, що вказує на стабільність тенденції [2].

За думками експертів, саме гроші приватних пенсійних фондів є тим самим джерелом, що надасть вітчизняній економіці необхідне довгострокове фінансування. Нині пенсійні виплати фінансуються з ВВП, реальна вартість якого поступово зменшується. У 2020 році су-

купний капітал Пенсійний фонду становив 301,7 млрд грн [3].

Все більше людей прагне не тільки покращувати свій сьогоднішній добробут, а й думає про свої фінансові можливості у майбутньому (навчання дітей, купівля нерухомості, розмір пенсійних виплат). Досягнення таких цілей можливе лише за рахунок інвестиційної діяльності, що забезпечує захист заощаджень від інфляційного знецінення.

Таким чином, методика формування та управління інвестиційним портфелем стає актуальним не тільки на рівні простих українців, а й на рівні всієї держави. Аналізуючи поточний стан фондового ринку України, слід усвідомлювати недосконалість його законодавчої бази, інфраструктури, а також інформаційну невизначеність.

На жаль, більшість класичних методик формування інвестиційного портфеля не в змозі подолати рівень інфляції, оскільки базуються на припущенні про стаціонарність ринкових процесів. Тож всі учасники ринку повинні звернути увагу на методи, які б відповідали викликам сьогодення. Одним з таких методів, призначених для управління якісним портфелем акцій та облігацій є теорія нечітких множин.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

На сьогодні питання нечітко-множинного підходу до процесу формування портфеля цінних паперів майже не розглядається. Серед наукових праць вітчизняних вчених присвячених темі формування портфеля цінних паперів можна виділити праці Пономаренка В.С., Колупаєв Ю.Б. та Уманцевої Ю. [4; 5].

Багато вчених концентрують свою увагу на постійному розвитку фондового ринку під впливом трансформаційних процесів в економіці. Висвітлюючи методи моделювання поведінки інвестора та вивчаючи сучасні технології фондового ринку.

Серед зарубіжних науковців значний внесок у розроблення теоретичних та практичних питань формування ринкової вартості фондового портфеля здійснили Г. Марковіц, Р. Мертон, Фр. Модільяні, М. Міллер, М. Скоулз [7—10].

МЕТА СТАТТІ

Метою статті є аналіз методів теорії нечітких множин та дослідження алгоритму створення основі якісного інвестиційного портфеля в умовах інформаційної невизначеності на їх основі.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сьогодні значна частка українців обирає банківські депозити для зберігання своїх коштів. При цьому вкладники вимушені обмежувати свою вигоду, процентними ставками банків та довгостроковістю депозитів. Зберігати свої кошти у вигляді банківських депозитів поступово втрачає свою привабливість.

Альтернативою для українців є інвестиційна діяльність на фондовому ринку. Фондовий ринок — це сукупність його учасників та взаємовідносин між ними, направлених на розміщення, обіг та облік цінних паперів [13]. Аналізуючи поточний стан фондового ринку Ук-

раїни, слід усвідомлювати недосконалість його законодавчої бази та інфраструктури, а також інформаційну невизначеність. На жаль, більшість класичних методик формування інвестиційного портфеля не в змозі подолати рівень інфляції, оскільки базуються на припущенні про стаціонарність ринкових процесів. Тож всі учасники ринку повинні звернути увагу на методи, які б відповідали викликам сьогодення.

Інвестиційним портфелем називається сукупність цінних паперів, а також їх похідних, що перебувають в управлінні. Кожний учасник фондового ринку повинен враховувати проблему диверсифікації, тобто пошуку таких альтернативних вкладень, які не будуть залежати від одних і тих же ризиків. Не існує безризикових інструментів для інвестування, тож робота з ризиком є невід'ємною частиною задач з оптимізації процесу формування фондового портфеля інвестора [14].

Закон України "Про інститути спільного інвестування" було переглянуто у 2011 р., а останні зміни у правила функціонування недержавних пенсійних фондів внесені лише наприкінці 2013 р. Лише в кінці 2013 — на початку 2014 р. перші КУА (компанії по управлінню активами) та інвестиційні фонди отримали оновлені ліцензії, а НПФ — лише у 2015 р. [15].

На початок 2020 р. в Україні функціонувало близько 334 КУА. Формально вони можуть задовольнити попит на ринку спільного населення як для приватних інвесторів, так і для юридичних осіб. Насправді, мова йде лише про кількісні показники, в той час як рівень професіоналізму управляючих, ступінь розвиненості ринку та готовність населення здійснення інвестиційної діяльності залишаються на низькому рівні [16].

За оцінками експертів, державна підтримка нової пенсійної системи у 2020 р. могла б збільшити надходження до інвестиційних фондів не менше як на 100—200 %. Такі пенсійні фонди не зобов'язані проводити самостійну роботу на фондовому ринку, вони можуть інвестувати кошти у реальну економіку як клієнти інвестиційних фондів [3].

Нині робота недержавної пенсійної система можлива лише за рахунок приватних вкладників, однак, через високий рівень недовіри до інвестиційних інституцій та низький рівень обізнаності вона не працює в повну силу. Лише 5% працюючого населення України користується послугами приватних пенсійних фондів. Для збільшення популярності недержавної пенсійної системи та залучення населення необхідно забезпечувати розвиток цього сектору, а також інфраструктури фондового ринку, а також проводити рекламні та роз'яснювальні компанії [17].

Головною метою інституційних учасників фондового ринку зараз має бути активізація вільних коштів населення та приватних компаній та фінансування тих секторів економіки, які потребують допомоги [18].

Основним показником привабливості країни для залучення інвестицій є інвестиційний клімат. Під інвестиційним кліматом мається на увазі всебічне забезпечення державою привабливих умов. Інвестиційні ризики можна розділити на ті, які повинен контролювати сам інвестор, і ті, що від нього не залежать. Саме ліквідацією останніх повинна займатись держава [19].

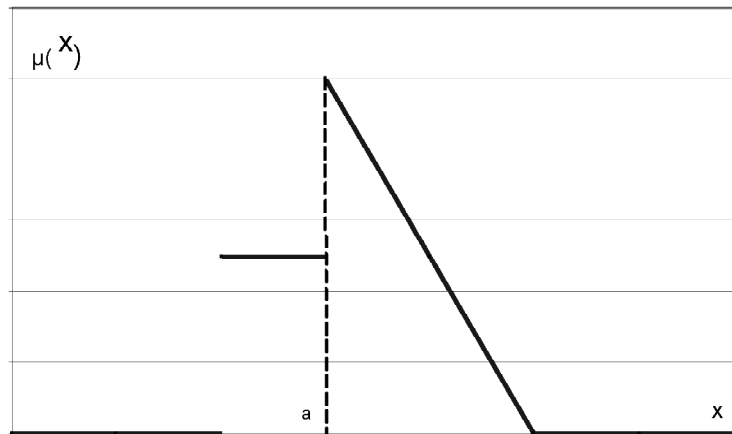


Рис. 1. Функція належності трикутного нечіткого числа

На жаль, класичний підхід до розробки інвестиційних стратегій, заснований на роботі зі статистичними даними не є ефективним. Оскільки сучасна економіка хоча і має циклічний характер розвитку, однак не може бути прогнозованою, через вплив фундаментальних факторів, науково-технічного прогресу, зміну світових соціальних трендів [20].

Наприклад, класичний підхід Марковіца має ряд допущень, які погано узгоджуються з реальністю описуваного об'єкту — фондовим ринком. Підхід ґрунтується на стабільності цінового процесу, тому теорія піддалася критиці за "помилкову стаціонарність" [21].

Дану помилку повинна була вирішити нова теорія Шарпа-Літнера. Однак, кризові явища фондових ринків світу у 2001 році довели її неспроможність гарантувати результат. Виявилось, що і ця теорія ґрунтується на незмінності принципів та тенденцій світової економіки та політики. Аналізуючи результати застосування цієї теорії, стає зрозумілою необхідність відмовитись від роботи зі стаціонарними випадковими процесами [22].

Зазначені проблеми були також знайдені у теорії Блека-Шоулза, яка також не змогла протистояти невизначеності майбутнього [23].

Зовсім нещодавно виникла теорія Value-at-Risk, вартісна міра ризику. В цій теорії використовувалась методика оцінки ймовірностей втрат та потенційних прибутків у грошових одиницях [24].

Класичне статистичне дослідження часових рядів не може дати якісні прогнози при роботі з фондовим ринком. Всі його учасники у ході прийняття конкретних рішень стикаються з проблемою невизначеності майбутніх подій. Така розпливчатість умов інвестування унеможливує використання будь-яких статистичних гіпотез.

Сьогодні в управлінні фінансами часто зустрічаються наступні методи аналізу:

- комплексний фінансовий аналіз;
- прогнозування параметрів фінансової моделі;
- оцінки ризиків та ефективності портфеля інвестора;
- методи і моделі оптимізації портфеля цінних паперів.

Однак вони не можуть точно описати протікання діючих економічних процесів. Особливо гострим є питання врахування дій особи, що приймає рішення. Адже

будь-яка людина має певний рівень суб'єктивності, повноти інформації, впевненості у власних діях тощо. Все це спричинює необ'єктивність сприйняття та аналізу факторів фінансового ринку, реакції на них і підштовхує дослідників та учасників фондового ринку використовувати теорію нечітких множин.

Теорія нечітких множин використовує в основі здобутки класичної математики. Такі множини можуть описати діяльність людини-суб'єкта. Вони здатні прогнозувати параметри явищ у часових проміжках, коли інші класичні методи оцінювання не дають чіткої відповіді.

За це відповідають так звані нечіткі числа. Формується єдиний сценарій у формі трикутного числа, в яке завантажуються всі можливі фактори та шляхи розвитку подій. При цьому виділяють 3 точки, які представляють собою мінімальне та максимальне значення діапазону очікуваних значень, а також найбільш очікуване. Значимість кожного зі сценаріїв формалізуються як трикутна функція належності рівня фактору нечіткій множині "приблизна рівність середньому".

Теорія нечітких множин часто використовує функцію розподілу. Вона приймає значення у діапазоні від 0 до 1 і показує, наскільки ймовірним є той чи інший сценарій розвитку подій. Відповідно сума таких ймовірностей не буде рівною 1.

Ймовірнісний підхід вимагає від його користувача вміння створювати розподіли чинників ризику, орієнтуючись на набори історичних даних, або ж оперувати законами розподілу ймовірностей. Складність такого підходу не дає його застосовувати у більшості практичних ситуацій. Натомість, під час застосування теорії нечітких множин, необхідно задати функції приналежності відповідних типів для кожного фактору та здійснити корекцію у основних опорних точках. У функції приналежності може міститись як інформація загального характеру у певний часовий інтервал, так і її очікуваний стан.

Проаналізуємо більш детально принципи роботи нечітких множин.

Всі результати спостережень у рамках квазістатистичної оцінки повинні відноситись до єдиної множини U (т.з. носію). Наприклад, у дослідженні доходи населення у певній країні, то носієм буде відрізок осі в діапазоні від мінімального до максимального значення доходу всіх громадян. Одиницею вимірювання буде виступати мінімальна грошова одиниця на даній території.

Якщо кожному значенню носія відповідає певний рівень приналежності цього значення множині, то таку множину можна назвати нечіткою. Наприклад: букви T, R, V безумовно належать множині $LETTERS = \{Q, T, W, R, V\}$, і в такому разі, множина $LETTERS$ — чітка. Однак, якщо розглядати множину "Середній дохід громадян", то дохід у 100 тис. дол. США буде належати цій нечіткій множині лише з деякою умовною часткою μ . Вона і є функцією приналежності.

Нечітке число представляє собою нечітку підмножину єдиної універсальної множини дійсних чисел, що має нормальну і опуклу функцію належності. Якщо характеристики фактору "розмиті", тобто їх значення не відомі наперед, то замість вхідних даних необхідно використовувати трикутні нечіткі числа з функцією приналежності (див. рис. 1).

Фактично це означає, що параметр A приблизно дорівнює a і при цьому існує у проміжку $[a_{\min}, a_{\max}]$. Таким чином, інвестор може створити трикутне число, використовуючи як вхідні дані інтервал $[a_{\min}, a_{\max}]$ і число a , як таке, ймовірність настання якого є найбільшою.

Таким чином, воно виглядатиме як $A = (a_{\min}, a, a_{\max})$. Таке трикутне число описує одночасно "оптимістичний", "оптимальний" (або найбільш вірогідний з точки зору суб'єкта моделювання) та "песимістичний" сценарії. Точки трикутного числа, які ставлять у відповідність до таких сценаріїв часто називають значимими. Трикутні числа, як правило, використовують у якості прогнозованих значень об'єкта [24].

Економічні процеси, зокрема на фондовому ринку, часто бувають неоднорідними та обмеженими у інформаційному описі. Саме для них доцільно використовувати нечіткі множини та квазістатистику.

Кожний цінний папір має ряд характеристик, базовими з яких є його дохідність та степінь ризиковості. Під ризиком розуміють ймовірність того, що дохід з використання цього цінного паперу буде відрізнятись від очікуваного. У більшості випадків ці величини протилежні, тобто цінні папери із високим рівнем доходу можуть надати великі прибутки і навпаки. Кожен інвестор повинен усвідомлювати, що ризики бувають індивідуальними та ринковими. Ринковий ризик не залежить від конкретного цінного паперу, а впливає відразу на весь ринок. Натомість, індивідуальний ризик залежить від конкретного торговельного інструменту.

Отже, потрібно прагнути до максимальної ліквідації індивідуальних ризиків у інвестиційному портфелі. Звичайно, неможливо створити портфель із безризикових цінних паперів, однак, якщо вибирати інструменти із від'ємною кореляцією ризиків, то можливі втрати по одному з них будуть компенсуватися доходом від іншого. Такий інвестиційний портфель називають диверсифікованим.

Оптимізація інвестиційного портфеля полягає у тому, щоб сформувати такий пул цінний портфель, який би задовольняв бажання інвестора у дохідності, ризикованості та, при цьому, мав би значний рівень диверсифікованості [25].

Співвідношення між видами цінних паперів (секторами економіки, конкретними підприємствами, видами активів, тощо) у інвестиційному портфелі називають його структурою. Саме від правильного формування

структури інвестиційного портфеля залежить рівень його диверсифікованості.

Отже, основним завданням інвестора є розподіл коштів по тим видам цінних паперів, які б одночасно забезпечували максимальну диверсифікацію та досягнення поставлених цілей.

Одним з підходів при проведенні бенчмарку і є нечітко-множинний підхід. Під бенчмарком розумію довгостроковий процес накопичення грошових коштів із поетапним контролем доходності інвестицій з певною метою. Наприклад, з метою накопичення коштів на купівлю житла (тобто накопичення відповідного капіталу), інвестор приймає рішення, що його дохід по портфелю не повинен бути нижче 20%, а ризик — вище 12%.

На відміну від традиційних методів, нечітко-множинний підхід забезпечує гнучкий розрахунок ефективного співвідношення доходу та ризику на основі заданих даних. Як правило, під ризиком мають на увазі зміну доходності транзакцій у більшу або меншу сторону. В той час, як нечітко-множинний підхід орієнтується на ефективність або неефективність даної інвестиції.

На теренах СНД цим підходом користуються фахівці фінансової галузі, а також експерти політичного та економічного аналізу. Елементи ж нечіткої логіки сьогодні можна зустріти у різноманітних галузях, починаючи з виробництва побутових товарів, закінчуючи електротранспортом і військово-повітряною технікою. Маркетингові кампанії багатьох, переважно азіатських, фірм використовують нечітку логіку у аналітиці, як один із засобів конкурентної боротьби. Крім того, нечітка логіка широко використовується у сфері політики, прийнятті рішень у кризових ситуаціях тощо.

Добре відомо застосування нечіткої логіки для аналізу системи охорони здоров'я та соціального забезпечення Великобританії, коли було оптимізовано витрати на соціальні проекти.

Великий бізнес також використовує нечітку логіку у своїх робочих програмних рішеннях. Зокрема з непередбачуваними факторами щоденно мають справу фінансисти.

Відомо, що після першого року використання програмного забезпечення із вшитими засобами нечіткої логіки Fuji Bank отримав додатково \$770000 на місяць.

Прорив японський фінансистів змусив промислових гігантів інших країн звернути увагу на засоби когнітивні нечіткі схеми. Ford, Motorola, Genral Electric та багато інших компаній в кінці минулого століття почали закладати значні бюджети на розвиток відповідного програмного забезпечення.

Згодом ці здобутки були адаптовані для широкого кола користувачів. Лідерами на цьому ринку є такі компанії, як InfraLogic, Aptronix, Hyper Logic та інші.

Таким чином, засоби нечіткої логіки можуть бути застосовані і при визначенні структури фондового портфеля інвестора. Для цього потрібно передусім описати основні параметри, необхідні для проведення скорингу цінних паперів.

Розглянемо загальноприйняті параметри, необхідні для проведення скорингу акцій [27]:

— відношення ціни акції та доходу (P/E), діапазон значень: $[13;0]$;

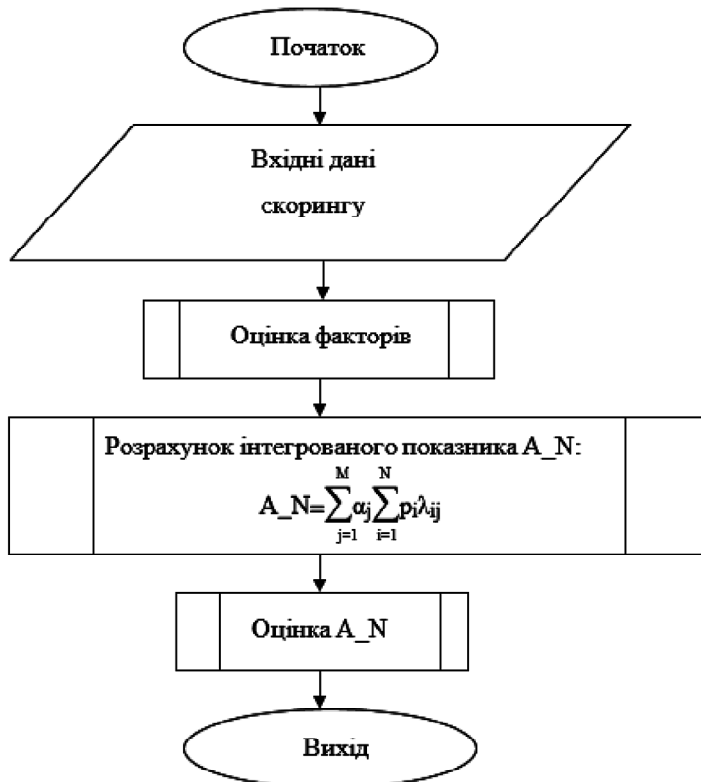


Рис. 2. Алгоритм проведення скорингу акцій на фондовому ринку

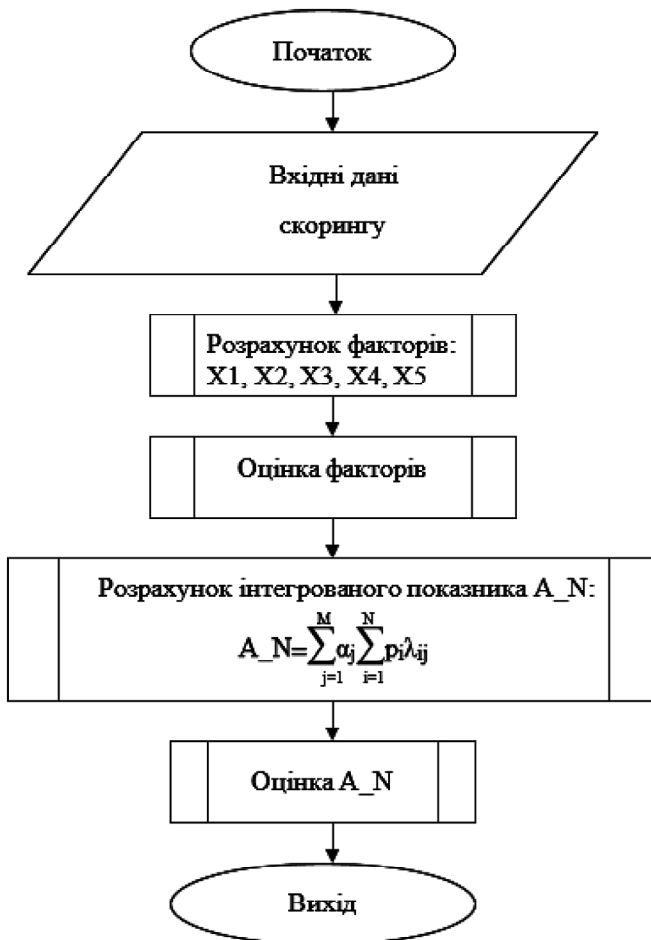


Рис. 3. Алгоритм проведення скорингу облігацій на фондовому ринку

— капіталізація (CAP), діапазон значень: [50;500];
 — рентабельність власного капіталу емітента (ROE), діапазон значень: [-5;16];
 — рентабельність активів емітента (ROA), діапазон значень: [-5;13];
 — забезпеченість оборотними активами (Liquidity), діапазон значень: [-0.5;0];
 — відношення ціни акцій до річної виручки (P/S), діапазон значень: [1.8;0.3];
 — рентабельність інвестованого капіталу (ROIC), діапазон значень: [-5;16];
 — відношення ціни акцій до балансової вартості (P/B), діапазон значень: [1.4;0.2].

Рейтинг акцій для купівлі у інвестиційний портфель розраховується за допомогою інтегрального показника (A_N) за формулою:

$$A_N = \sum_{j=1}^M \alpha_j \sum_{i=1}^N p_i \lambda_{ij} \quad (1),$$

де α_j — ваги рівнів факторів;

p — ваги факторів;

λ_{ij} — значення факторів.

Для визначення p (ваги факторів) необхідно порівняти фактори між собою та визначити найбільш значимий з них. Переважання факторів для скорингу акцій має такий вигляд: $P/E \approx Cap \approx Liquidity \approx P/S \approx P/B \approx ROA \approx ROE \approx ROIC$. Отже, фактор, що має найбільшу значимість, це — P/E .

Для визначення ваги даних факторів потрібно використати формулу Фішберна:

$$p_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N}, i = 1..N \quad (2),$$

де N — кількість факторів.

Отже, розраховані ваги факторів такі $p_1 = 0.3$, $p_2 = p_3 = 0.15$, $p_4 = p_5 = p_6 = p_7 = p_8 = 0.08$. Ваги рівнів факторів (α) розраховуються за наступною формулою:

$$\alpha_j = 0.3 * j - 0.1, \quad (3),$$

де α_j — вага рівня фактору;

j — порядковий номер рівня фактору.

Значення ваг, що ми отримали після розрахунку такі: $\alpha_1 = 0.2$, $\alpha_2 = 0.5$, $\alpha_3 = 0.8$.

Інтегрованого показника (A_N) відносно значення буде мати діапазон значень, у залежності від якого можна буде прийняти рішення щодо необхідності купівлі або продажу цінних паперів.

Алгоритм реалізації скорингу акцій на фондовому ринку представлений на рисунку 2.

Тепер перейдемо до проведення скорингу облігацій на фондовому ринку. Для цього слід виокремити такі фактори:

- активи по балансу (A);
- необоротні активи (a_1);
- оборотні активи (a_2);
- пасиви по балансу (L);
- капітал і резерви (I_1);
- довгострокові зобов'язання (I_2);
- короткострокові зобов'язання (I_3);
- квартальна виручка (S);

- квартальна собівартість виробництва (C);
- квартальний чистий прибуток/збиток (Pr).

Подальша оцінка фінансових параметрів складатиметься з декількох кроків, перший з яких буде розрахунок показника фактора X_1 за формулою:

$$X_1 = I_1 / L \quad (4).$$

Для розрахунку показника фактору X_2 використовується формула:

$$X_2 = (a_2 - I_3) / a_2 \quad (5).$$

Показника фактору X_3 розраховується наступним чином:

$$X_3 = S / A \quad (6).$$

Для розрахунку показника фактору X_4 використовується формула:

$$X_4 = Pr / C \quad (7).$$

Для розрахунку показника фактору X_5 використовується формула:

$$X_5 = Pr / A \quad (8).$$

Відповідно до правил розрахунку ваги, можна отримати таку значимість факторів: $X_2 \} X_1 \} X_3 \approx X_4 \approx X_5$ [27]. Отже, найбільш значимим є фактор X_2 .

Інтегрований показник для визначення облігацій інвестиційного портфеля розраховується аналогічно, як і для скорингу акцій.

За допомогою формули Фішберна розраховуємо ваги зазначених факторів: $p_1 = 0.2$, $p_2 = 0.3$, $p_3 = p_4 = p_5 = 0.166$.

За допомогою формули (3) визначаємо ваги рівнів факторів (a). У результаті виходять наступні значення: $a_1 = 0.2$; $a_2 = 0.5$; $a_3 = 0.8$.

Алгоритм реалізації скорингу облігацій на фондовому ринку представлений на рисунку 2.

Принципи підбору облігацій у структурі інвестиційного портфеля аналогічні тим, що використовуються при роботі з акціями.

ВИСНОВКИ

Зберігання грошових коштів на депозитних рахунках з кожним роком втрачає свою привабливість. Це спонукає все більше і більше людей цікавитись інвестиційною діяльністю, в тому числі на українському фондовому ринку.

У наукових публікаціях описано багато підходів до формування структури інвестиційного портфеля. Однак всі вони не можуть протистояти високому ступеню невизначеності, притаманному фондовим ринкам.

Цю проблему може вирішити теорія нечітких множин. Для моделювання процесу формування інвестиційного портфеля використовуються трикутні нечіткі числа, які об'єднують у собі "позитивний", "оптимальний" та "негативний" сценарії розвитку подій на ринку цінних паперів.

На базі теорії нечітких множин побудовано алгоритм проведення скорингу акцій та облігацій на фондовому ринку, що базується на порівнянні ваг основних факторів оцінки цінних паперів.

Отже, питання формування якісного інвестиційного портфеля стає все більш актуальним. Використання для цього класичних статистичних підходів не надасть бажаного ефекту, оскільки при цьому не будуть враховані фактори невизначеності подій на фондовому ринку. Для ліквідації ризиків невизначеності, варто застосовувати нечітко-множинний підхід.

Література:

1. РБК-Україна [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.rbc.ua/>
2. Мінфін [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://minfin.com.ua/>
3. Проект постанови Кабінету Міністрів України "Про затвердження бюджету Пенсійного фонду України на 2020 рік" [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.pfu.gov.ua/2118826-projekt-postanovy-kabinetu-ministriv-ukrayiny-pro-zatverdzhennya-byudzhetu-pensijnogo-fondu-ukrayiny-na-2020-rik-24-grudnya-2019-roku/>
4. Пономаренко В.С. Моделювання поведінки інвестора на фондовому ринку / В.С. Пономаренко, О.В. Раєвська, К.А. Стриженченко. Харків: ВД "Інжек". — 2004. — 264 с.
5. Колупаєв Ю.Б. Обґрунтування напрямку перспективного розвитку фондового ринку України / Ю.Б. Колупаєв, С.С. Залюбовська, М.А. Яковенко // Ефективна економіка. — 2018. — № 8.
6. Уманцев Ю. Міжнародне портфельне інвестування в контексті фінансової глобалізації / Ю. Уманцев, В. Ємець // Вісник НБУ. — 2008. — № 9 (149). — С. 26—34.
7. Markowitz H. Portfolio Selection / H. Markowitz // The Journal of Finance. — 1952. — Vol. 7 — № 1. — P. 77—91.
8. Merton R. C. Theory of Rational Option Pricing / R.C. Merton // The Bell Journal of Economics and Management Science. — 1973. — Vol. 4 — № 1. — P. 141—183.
9. Modigliani F. The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment / F. Modigliani, M.H. Miller // The American Economic Review. — 1959. — Vol. 49. — № 4 — P. 655—669.
10. Black F. The Pricing of Options and Corporate Liabilities / F. Black, M. Scholes // The Journal of Political Economy. — 1973. — Vol. 81 — No. 3 — P. 637—659.
11. Барков В.І. Інвестиційна ідея [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://archive.kontrakty.ua>
12. Пенсійна реформа: погляд у майбутнє // Цінні папери України. — 2019. — № 24. — 3 с.
13. Закон України "Про цінні папери та фондовий ринок" № 31 від 28 вересня 2006 р.
14. Мищенко А.В., Попов А.А. Некоторые подходы к оптимизации инвестиционного портфеля [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.dis.ru/manag/arhiv/2017/2/9.html>
15. Закон України "Про інститути спільного інвестування" № 29 від 2013 р.
16. Українська Асоціація Інвестиційного Бізнесу [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.uaib.com.ua/analituaib>
17. DAI Global LLC. Трансформація фінансового сектору // Стаття "Недержавне пенсійне забезпечення в Україні: оцінка та рекомендації". — 2019. — 5 с.
18. Корнійчук О. Системні проблеми фондового ринку України та їх вплив на реалізацію національних інтересів у фінансовій сфері // Економічний Часопис-XXI. — 2006. — № 3—4.
19. Майорова Т.В. Інвестиційна діяльність: навчальний посібник. — К.: Центр навчальної літератури, 2017. — 376 с.

20. Недосекин А.О. Фондовый менеджмент в рас-
плывчатых условиях [Электронный ресурс]. — Режим
доступу: eup.ru/Documents/2003-03-10/15F96.asp

21. Гончар Т.Г. Еволюція портфельної теорії та су-
часні реалії фінансових відносин // Науковий вісник
Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Еко-
номіка і менеджмент. — 2016. — № 16. — 131—135 с.

22. Sharp W.F. A Simplified Model for Portfolio ana-
lysis // Management Science. — January. — 1963.

23. Fischer S Black. The Valuation of Risk Asset and
Capital Budgets // Review of Economics and Statistics.
— February, 1965. — 13—27 pp.

24. Буваев Б.Л. "VAR — как инструмент оценки фи-
нансовых рисков" // Инновации и инвестиции. — 2018.
— № 9. — 292—294 с.

25. Федоренко В.Г. Основи інвестиційно-іннова-
ційної діяльності / В.Г. Федоренко, Д.В. Степанов,
М.П. Денисенко. — К.: "Алерта", 2004. — 431 с.

26. Савчук В.П. Оптимізація фондового портфеля
/ В.П. Савчук, В. Дудка // Управління фінансами. —
2010. — № 1. — С. 60—70.

27. Система скорингу — навіщо вона потрібна бан-
кам? [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://
bankchart.com.ua/spozhivchi_kreditu/statti/siste-
ma_skoringu_navishcho_vona_potribna_bankam_](https://bankchart.com.ua/spozhivchi_kreditu/statti/sistema_skoringu_navishcho_vona_potribna_bankam_)

References:

1. RBK-Ukraine (2020), available at: [https://
www.rbc.ua/](https://www.rbc.ua/) (Accessed 12 January 2021).

2. Minfin (2020), available at: <https://minfin.com.ua/>
(Accessed 12 January 2021).

3. Cabinet of Ministers of Ukraine (2019), "Draft
Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval
of the budget of the Pension Fund of Ukraine for 2020",
December 24, 2019", available at: [https://www.pfu.gov.ua/
2118826-proyekt-postanovy-kabinetu-ministriv-ukrayiny-pro-
zatverdzhennya-byudzhetu-pensijnogo-fondu-ukrayiny-na-
2020-rik-24-grudnya-2019-roku/](https://www.pfu.gov.ua/2118826-proyekt-postanovy-kabinetu-ministriv-ukrayiny-prozatverdzhennya-byudzhetu-pensijnogo-fondu-ukrayiny-na-2020-rik-24-grudnya-2019-roku/) (Accessed 17 January 2021).

4. Ponomarenko, V. S. Raievnjeva, O. V. and Stry-
zhchenko, K. A. (2004), Modeliuvannia povedinky
investora na fondovomu rynku [Modeling investor behavior
in the stock market], Inzhnek, Kharkiv, Ukraine.

5. Kolupaev, Yu. B. Zaliubovs'ka, S. S. and Yako-
venko, M. A. (2018), "Substantiation of the direction of
perspective development of the stock market of Ukraine",
Efektivna ekonomika, vol. 8, available at: [http://
www.economy.nayka.com.ua/pdf/8_2018/49.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/8_2018/49.pdf)
(Accessed 17 January 2021).

6. Umantsev, Yu. and Yemets', V. (2008). "Interna-
tional portfolio investment in the context of financial global-
ization", Visnyk NBU, vol. 9, pp. 26—34.

7. Markowitz, H. (1952), "Portfolio Selection", The
Journal of Finance, vol. 7, № 1, pp. 77—91.

8. Merton, R. C. (1973), "Theory of Rational Option
Pricing", The Bell Journal of Economics and Management
Science, vol. 4, № 1, pp. 141—183.

9. Modigliani, F. and Miller, M. H. (1959), "The Cost of
Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment",
The American Economic Review, vol. 49, № 4, pp. 655—669.

10. Black, F. and Scholes, M. (1973), "The Pricing of
Options and Corporate Liabilities", The Journal of Political
Economy, vol. 81, No. 3, pp. 637—659.

11. Barkov, V.I. (2008), "Investment idea", available
at: [http://archive.kontrakty.ua/gc/2008/10/29-otkry-
tye-paevye-fondy.html?lang=ua](http://archive.kontrakty.ua/gc/2008/10/29-otkrytye-paevye-fondy.html?lang=ua), (Accessed 17 January
2021).

12. Levchenko, Z.I. (2008), "Pension reform: a look
into the future", Tsinni papery Ukrainy, vol. 1 (493),
pp. 15—16.

13. The Verkhovna Rada of Ukraine (2006), The Law
of Ukraine "About securities and the stock market",
available at: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/
3480-15#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3480-15#Text) (Accessed 17 January 2021).

14. Mishhenko, A.V. and Popov, A.A. (2017), "Some
approaches to optimizing the investment portfolio of the
year", available at: [http://www.dis.ru/manag/arhiv/
2017/2/9.html](http://www.dis.ru/manag/arhiv/2017/2/9.html) (Accessed 17 January 2021).

15. The Verkhovna Rada of Ukraine (2013), The Law
of Ukraine "About mutual investment institutions",
available at: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/
5080-17#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5080-17#Text) (Accessed 17 January 2021).

16. Ukrainian Investment Business Association (2020),
"Number of AMCs and assets under management",
available at: <https://www.uaib.com.ua/analituaib>
(Accessed 17 January 2021).

17. USAID Financial Sector Transformation Project
(2019), "Non-state pension provision in Ukraine:
assessment and recommendations", Transformatsiia
finansovoho sektoru [Transformation of the financial
sector], DAI Global LLC, Kyiv, Ukraine.

18. Kornijchuk, O. (2006), "Systemic problems of the
stock market of Ukraine and their impact on the realization
of national interests in the financial sphere", Ekonomichnyj
Chasopys-XXI, vol. 3—4

19. Majorova, T.V. (2017), Investytsijna diial'nist'
[Investment activity], Tsentri navchal'noi literatury,
Ukraine, Kyiv.

20. Nedosekin, A.O. (2003), "Stock market in vague
conditions", available at: [eup.ru/Documents/2003-03-
10/15F96.asp](http://eup.ru/Documents/2003-03-10/15F96.asp) (Accessed 17 January 2021).

21. Honchar, T. H. (2016), "Evolution of portfolio
theory and modern realities of financial relations", Nauko-
vyj visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu.
Serii: Ekonomika i menedzhment, vol. 16, pp. 131—135.

22. Sharp, W.F. (1963), "A Simplified Model for Port-
folio analysis", Management Science, vol. 9, № 2, pp.
277—293.

23. Fischer, S Black. (1965), "The Valuation of Risk
Asset and Capital Budgets", Review of Economics and
Statistics, vol. 47, № 1, pp. 13—37.

24. Buvaev, B.L. (2018), "VAR — as a tool for asse-
ssing financial risks Innovacii i investicii, vol. 9, pp. 292—
294 c.

25. Fedorenko, V. H. Stepanov, D. V. and Denysenko,
M. P. (2004), Osnovy investytsijno-innovatsijnoi diial'nosti
[Fundamentals of investment and innovation activities],
Alerta, Ukraine, Kyiv.

26. Savchuk, V. and Dudka, V. (2010), "Stock portfolio
optimization Upravlinnia finansamy, vol. 1, pp. 60—70.

27. Bankchart (2021), "Scoring system — why do
banks need it?!", available at: [https://bankchart.com.ua/
spozhivchi_kreditu/statti/sistema_skoringu_navishcho_-
vona_potribna_bankam_](https://bankchart.com.ua/spozhivchi_kreditu/statti/sistema_skoringu_navishcho_vona_potribna_bankam_) (Accessed 17 January 2021).

Стаття надійшла до редакції 18.01.2021 р.