

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ФОРМУВАННЯ ПАКЕТУ АКЦІЙ ПОРТФЕЛЬНОГО ІНВЕСТОРА

Київська К. І.

### 1. Вступ

Підвищення якості формування інвестиційних портфельів суттєво пов'язано з використанням сучасних математичних методів. Така задача є непростою і потребує розвитку засобів математичного та інформаційного моделювання. Тому актуальною є створення та розвиток елементів сучасних інформаційних технологій для вирішення цієї проблеми.

Функціональна спрямованість виробничої діяльності підприємств, які не є інституційними інвесторами, визначає як пріоритетну форму здійснення реальних інвестицій. Проте під час окремих етапів розвитку підприємства доцільним є здійснення фінансових інвестицій. Вибір такої форми інвестицій може зумовлюватися:

- необхідністю ефективного використання інвестиційних ресурсів, що формуються до початку реального інвестування за обраними інвестиційними проектами;
- у разі якщо кон'юнктура фінансового ринку вможлиблює значно вищий рівень доходності на вкладений капітал, ніж операційна діяльність на «затухаючих» товарних ринках;
- за доцільності використання тимчасово вільних грошових активів внаслідок сезонної діяльності підприємств;
- у випадках можливого «захоплення» інших підприємств для галузевої, товарної або регіональної диверсифікації своєї діяльності шляхом вкладення капіталу в їхні статутні фонди (або придбання вирішального пакета акцій) та ін.

На сучасному етапі економічного розвитку інвестиційна активність індивідуальних інвесторів та юридичних осіб передбачає вкладення надлишкових (тимчасово вільних) коштів не в один, а у велику кількість інвестиційних об'єктів, генеруючи тим самим певну диверсифіковану сукупність їх. Такий метод отримав назву «портфельне інвестування».

Структура портфеля – це співвідношення конкретних видів цінних паперів у портфелі. Формуючи портфель, інвестор виходить із бажання мати кошти в такій формі і в такому місці, щоб вони були безпечними, ліквідними і високодохідними. Але формування інвестиційного портфелю є досить складним процесом, оскільки хибне рішення при виборі активів, що будуть включені до складу портфелю, може призвести до часткової або до повної втрати коштів.

### 2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є інвестиційний портфель, що складається з набору інвестиційних інструментів (цінних паперів, активів, проектів, тощо), в яких розподіляються фінанси інвестора.

Питання пошуку оптимального співвідношення активів у інвестиційному портфелі було і залишається перспективним до цього часу.

В роботах [1, 2] розглядаються проблеми портфельного інвестування на біржовому фондовому ринку України.

Дослідження проблематики фінансування інноваційної діяльності суб'єктів господарювання та сучасні тенденції фінансової діяльності в Україні висвітлені в роботах [3, 4].

До середини ХІХ ст. ризик був визначений тільки якісно, тобто більшість менеджерів використовувала узагальнену класифікацію акцій, підрозділяючи їх на консервативні, дешеві, росту, прибуткові і спекулятивні. Подібну недосконалість відносно оцінки інвестицій створили сприятливі умови для вчених – вони спробувати застосувати формальну аналітичну техніку до практичних проблем, пов'язаних з вибором інвестицій [5]. В результаті виникла значна кількість нових ідей щодо інвестиційного процесу, що нарешті і сформувало сучасну теорію оцінки інвестицій, або портфельну теорію.

Одним з найбільш проблемних місць є складність керування параметрами ризику та доходності портфелю у зв'язку з постійною зміною фінансових показників інвестиційних активів в умовах економічної невизначеності.

### **3. Мета та задачі дослідження**

*Метою дослідження* є математичне та інформаційне моделювання портфеля акцій, що характеризується оптимальною структурою та мінімальним ризиком. Для цього необхідно вирішити наступні задачі:

1. Проаналізувати основних можливих ситуацій при формуванні інвестиційного портфелю та можливі способи їх вирішення.
2. Здійснити аналіз і вибір математичних методів та моделей.
3. Виконати підбір оптимальної структури портфеля за бажанням інвестора з урахуванням різних норм прибутку, ризику і коефіцієнтів кореляції акцій.

### **4. Дослідження існуючих рішень проблеми**

Вченими було запропоновано набір основних математичних моделей для формування портфелю акцій, які дають змогу описувати як окремі інвестиційні якості акцій, так і їх сукупність в портфелі: модель Марковіца, модель Шарпа, модель Тобіна, та інші.

Модель Марковіца базується на тому, що показники прибутковості різних цінних паперів взаємопов'язані: із зростанням доходності одних паперів спостерігається одночасне зростання і по частині інших, при цьому в решті паперів доходність залишається без змін або навпаки, знижується [6].

Модель Шарпа розглядає взаємозв'язок доходності кожного цінного папера з доходністю ринку в цілому [7]. Ця модель є спрощеною версією моделі Марковіца, в якій прибуток на кожну окрему акцію строго корелює із загальним ринковим індексом, що значно спрощує процедуру знаходження ефективного портфеля. Застосування моделі Шарпа вимагає набагато менше обчислень, у зв'язку з чим вона є більш придатною для практичного використання.

Модель Тобіна більшою мірою відноситься до структури ринку, ніж до структури допустимих портфелів [8]. Запропонована модель є удосконаленою

моделлю Марковіца, що додатково може містити безризикові активи, в якості яких запропоновано використовувати готівку.

Авторами робіт [9, 10] проведено емпіричне дослідження моделі Марковіца на основі математичних та статистичних методів нормалізації прибутку інвестиційних активів. Але ці дослідження виконувались лише для фондових ринків США та Японії з високим рівнем ділової активності. А в роботі [11] автори оцінюють стабільність портфелів та ймовірність портфельного обороту на прикладі Індійської фондової біржі. Однак викладені дослідження не є прийнятними для України через нестійку економічну ситуацію.

В роботах [12, 13] автори пропонують переформулювати проблему інвестиційного портфеля як кібернетичну систему, де інвестор є системою контролю, а портфель є контрольованою системою. Однак у цій роботі не до кінця розкрито засоби управління такою системою, оскільки контроль може виконуватись лише за умови повної визначеності всіх особливостей фондового ринку.

В роботах [14, 15] розглянуто підходи до формування інвестиційного портфелю на основі методів дельта-нормалізації, варіації-коваріації та Монте-Карло. Обґрунтовано застосування останнього, оскільки він є найбільш придатним і гнучким у вимірюванні значення ризик. Однак даний метод є дуже трудомістким та нестійким для аналізу великої кількості активів.

Робота [16] присвячена аналізу та оптимізації інвестиційного портфелю та розрахунку його основних коефіцієнтів кореляції та коваріації для колективних інвестицій (інвестиційних компаній та пенсійних фондів). Але залишається відкритим питання формування портфелів для приватних інвесторів.

Підсумовуючи вищенаведений аналіз літературних джерел, слід відзначити відсутність засобів формування інвестиційного портфелю в умовах сучасного фондового ринку. Це обумовлює перспективність досліджень ефективності застосування інвестиційної стратегії для формування пакету акцій.

## **5. Методи досліджень**

При формуванні інвестиційного портфелю можуть виникати деякі стандартні або нестандартні ситуації. Стандартні ситуації – це ситуації, коли сформований інвестиційний портфель повністю відповідає тим вимогам, що були поставлені на попередньому етапі його формування [17]. Цими вимогами можуть бути: цілі формування інвестиційного портфелю; значення дохідності або ризику портфелю тощо. При стандартній ситуації формування портфелю відбувається чітко по етапам, що були визначені в першому розділі. Такий портфель є передбаченим.

Нестандартні ситуації виникають тоді, коли сформований інвестиційний портфель не відповідає (або не повністю відповідає) тим вимогам, які були поставлені на початку. Можна виділити дві основні нестандартні ситуації:

- коли із стандартної ситуації виникає нестандартна ситуація;
- коли нестандартна ситуація призводить до нестандартної ситуації.

Перший вид нестандартної ситуації можливий, коли замовник ставить конкретні початкові умови:

- конкретно визначена ціль, якій повинен відповідати інвестиційний портфель;

– замовник встановлює значення дохідності та ризику портфеля, і хоче отримати портфель, значення дохідності та ризику якого будуть дорівнювати тим, що він встановив.

Але під час формування портфелю виникає ситуація, коли не можливо виконати поставлені цілі, або значення дохідності та ризику сформованого портфелю не відповідають тим, що поставив замовник [18]. В цьому випадку існує декілька варіантів вирішення ситуації. По-перше, якщо отримані значення показників портфелю не набагато відрізняються від поставлених замовником, він може прийняти ці нові умови. Іншим виходом із цієї ситуації є зміна складу портфелю. В цьому випадку можна спробувати отримати поставлені значення показників портфелю шляхом зміни часток активів у портфелі.

Другий вид нестандартної ситуації виникає, коли інвестор вкладаючи кошти в інвестиційний портфель, не визначає конкретних цілей, яким повинен відповідати портфель. Може бути також інша ситуація, коли інвестор на попередньому етапі формування портфелю не вказує конкретних значень показників портфелю, але після формування портфелю може прийняти отримані значення, або запропонувати їх змінити шляхом зміни структури портфелю. Крім цього, може виникнути ситуація, коли інвестор сам вибирає акціонерні товариства, в які хоче вкласти свої кошти. В цьому випадку формування портфелю зводиться до вибору оптимальної структури портфелю з вибраних активів. Інвестиційні портфелі в умовах нестандартної ситуації та невизначених умов формуються на короткий термін та для інвесторів, які мають мету лише збільшити свої прибутки від формування портфелю.

Як правило, вирішення нестандартних ситуацій при формуванні інвестиційного портфелю вирішується двома шляхами: можна коригувати етапи формування портфелю або можна змінювати структуру портфелю шляхом зміни співвідношення активів акціонерних товариств у портфелі.

Описані вище ситуації характеризують тільки частину основних ситуацій, що можуть виникнути при формуванні портфелю. Проте можуть виникати і інші ситуації. Розв'язання цих ситуацій залежить від вимог, що ставляться при формуванні портфелю.

Сучасна портфельна теорія трактує ризик в кількісних термінах. При цьому ґрунтуючись на ретельному аналізі та оцінці індивідуальних цінних паперів, дає кількісне визначення цілі портфелю. В залежності від заданих параметрів співвідношення доходу та ризику портфелю визначаються склад портфелю та моделі, за допомогою яких його буде розраховано.

Порівняння основних методів формування інвестиційного портфелю наведено в табл. 1.

**Таблиця 1**

Порівняльна характеристика моделей формування інвестиційного портфелю

Фактори порівняння методів	Модель Марковіца	Модель Шарпа	Модель Тобіна
1	2	3	4
Можливість формування інвестиційного портфелю	+	+	+
Можливість застосування розрахунку дохідності портфелю	+	+	+
Можливість застосування розрахунку ризику портфелю	+	+	+
Врахування кількості емісій в одному портфелі	+	+	–

**Продовження таблиці 1**

1	2	3	4
Допустимість різних типів цінних паперів в портфелі	+	+	+
Алгоритмічне врахування різних типів цінних паперів при формуванні портфелю	+	–	–
Врахування розподілу інвестуємого капіталу між конкретними активами портфелю	+	+	–
Врахування можливості моніторингу та підтримки створеного портфелю цінних паперів	+	+	+

Основними показниками портфелю в кожній моделі виступають ризик та дохідність портфелю. Але для кожного з цих методів розрахунок цих параметрів виконується за своїми формулами. Крім цього, можна зазначити, що загальна постановка задачі формування інвестиційних портфелів однакова: потрібно сформувати інвестиційний портфель, для якого максимальне значення дохідності буде досягнуте при мінімальному ризику портфелю. Проте розв'язок цієї задачі кожен автор представляє по-своєму.

На сьогоднішній день модель Марковіца використовується в основному на першому етапі формування портфеля активів при розподілі капіталу, що інвестується, по різних типах активів: акціям, облігаціям, нерухомості і т. д. Модель Шарпа використовується на другому етапі, коли капітал, що інвестується в певний сегмент ринку активів, розподіляється між окремими конкретними активами, що становлять вибраний сегмент (тобто по конкретних акціях, облігаціям і т. д.).

**6. Результати досліджень**

В результаті проведених досліджень було встановлено, що для вирішення задачі формування оптимального інвестиційного портфелю з урахуванням критеріїв мінімізації ризиків та максимізації прибутку, доцільним є використання комбінації перелічених методів.

Для прикладу побудуємо оптимальний портфель для українського фондового ринку, що містить дані про чотири українські підприємства за період 2015–2016 рр. На основі даних про котування акцій українських підприємств [19] розрахуємо дохідність та ризик кожної акції (табл. 2) та коефіцієнти кореляції між дохідностями акцій (табл. 3).

**Таблиця 2**

Значення дохідності та ризику акцій, що розглядаються

Акція	Дохідність, грн.	Ризик, %
СЕЕН Центренерго	12,003	0,41
DOEN Донбасенерго	13,03	0,75
ZAEN Західенерго	13,22	0,93
BAVL Банк Аваль	13,71	1,19

Після того, як розраховано дохідність та ризик кожної акції можна переходити до формування портфелю з цих акцій. Будемо вважати, що в портфель будуть включені всі акції, але з різними частками, а формування портфелю акцій буде виконуватись за двома напрямками. Перший (пряма задача) – коли буде сформовано

портфель максимізації прибутку, другий (обернена задача) – формується портфель мінімізації ризику. В першому випадку потрібно задавати допустиме значення ризику портфелю, в другому – допустиме значення доходності портфелю.

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції між доходностями акцій

Акція	CEEN	DOEN	ZAEN	BAVL
CEEN	1	0,32	0,199	-0,06
DOEN	-	1	0,47	0,07
ZAEN	-	-	1	-0,61
BAVL	-	-	-	1

Функція Лагранжа для задачі мінімізації ризику (оберненої задачі) для фіксованого рівня доходу записується так:

$$L = \sum_i \sum_j w_i w_j \sigma_{ij} + \lambda_1 \left( \sum_i w_i \bar{r}_i - \bar{r}_p \right) + \lambda_2 \left( \sum_i w_i - 1 \right), \quad (1)$$

де  $\lambda_1, \lambda_2$  – множники Лагранжа;

$w_i, w_j$  – вектори, які дорівнюють частці кожної  $i$ -ї та  $j$ -ї акції в портфелі;

$\sigma_{ij}$  – значення коефіцієнта коваріації акцій;

$\bar{r}_i$  – значення коефіцієнта ризику кожної  $i$ -ї акції;

$\bar{r}_p$  – значення коефіцієнта ризику портфелю.

Портфель мінімального ризику знаходиться для всіх активів  $i=1\dots n$ , та  $j=1, 2$  за умовою:

$$\frac{\partial L}{\partial w_i} = \frac{\partial L}{\partial \lambda_j} = 0. \quad (2)$$

Дана умова першого порядку визначає лінійну систему рівнянь, тому дозволяє застосовувати матричні методи.

Розглянемо функцію Лагранжа для майбутнього портфелю, що складається з дванадцяти активів:

$$L = w_1^2 \sigma_{11} + w_2^2 \sigma_{22} + w_3^2 \sigma_{33} + w_4^2 \sigma_{44} + 2w_1 w_2 \sigma_{12} + 2w_1 w_3 \sigma_{13} + 2w_1 w_4 \sigma_{14} + 2w_2 w_3 \sigma_{23} + 2w_2 w_4 \sigma_{24} + 2w_3 w_4 \sigma_{34} + \lambda_1 (w_1 \bar{r}_1 + w_2 \bar{r}_2 + w_3 \bar{r}_3 + w_4 \bar{r}_4 - \bar{r}_p) + \lambda_2 (w_1 + w_2 + w_3 + w_4 - 1). \quad (3)$$

Умови першого порядку для даної задачі:

$$\begin{cases} \partial L / \partial w_1 = 2w_1\sigma_{11} + 2w_2\sigma_{12} + 2w_3\sigma_{13} + 2w_4\sigma_{14} + \lambda_1 \bar{r}_1 + \lambda_2 = 0, \\ \partial L / \partial w_2 = 2w_2\sigma_{22} + 2w_1\sigma_{12} + 2w_3\sigma_{23} + 2w_4\sigma_{24} + \lambda_1 \bar{r}_2 + \lambda_2 = 0, \\ \partial L / \partial w_3 = 2w_3\sigma_{33} + 2w_1\sigma_{13} + 2w_2\sigma_{23} + 2w_4\sigma_{34} + \lambda_1 \bar{r}_3 + \lambda_2 = 0, \\ \partial L / \partial w_4 = 2w_4\sigma_{44} + 2w_1\sigma_{14} + 2w_2\sigma_{24} + 2w_3\sigma_{34} + \lambda_1 \bar{r}_4 + \lambda_2 = 0, \\ \partial L / \partial \lambda_1 = w_1 \bar{r}_1 + w_2 \bar{r}_2 + w_3 \bar{r}_3 + w_4 \bar{r}_4 - \bar{r}_p = 0, \\ \partial L / \partial \lambda_2 = w_1 + w_2 + w_3 + w_4 - 1 = 0. \end{cases} \quad (4)$$

В матричному вигляді система рівнянь:

$$\begin{pmatrix} 2\sigma_{11} & 2\sigma_{12} & 2\sigma_{13} & 2\sigma_{14} & \bar{r}_1 & 1 \\ 2\sigma_{21} & 2\sigma_{22} & 2\sigma_{23} & 2\sigma_{24} & \bar{r}_2 & 1 \\ 2\sigma_{31} & 2\sigma_{32} & 2\sigma_{33} & 2\sigma_{34} & \bar{r}_3 & 1 \\ 2\sigma_{41} & 2\sigma_{42} & 2\sigma_{43} & 2\sigma_{44} & \bar{r}_4 & 1 \\ \bar{r}_1 & \bar{r}_2 & \bar{r}_3 & \bar{r}_4 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \bar{r}_p \\ 1 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Позначивши матрицю «ризик – доходність» як  $V$ , вектор  $(w, \lambda)$  як  $W$ , а вектор у правій частині як  $K$ , запишемо отриману систему рівнянь як добуток  $V \cdot W = K$ , розв'язком якої відносно  $W$  буде:

$$W = K \cdot V^{-1}. \quad (6)$$

Даний розв'язок визначає оптимальний портфель із чотирьох активів, який забезпечує бажаний рівень доходності при фіксованому рівні ризику. Вектори  $w_1, w_2, w_3$  та  $w_4$  відповідно дорівнюють частці кожної акції в портфелі. Параметр  $d_p$  – це допустима доходність портфелю, яку задає користувач.

Значення  $\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13}, \dots, \sigma_{44}$  відповідають значенням коефіцієнта коваріації (табл. 4).

**Таблиця 4**

Коефіцієнти коваріації між доходностями акцій

Акція	SEEN	DOEN	ZAEN	BAVL
SEEN	0,1418297	0,0845913	0,0649737	-0,0271103
DOEN	0,0845913	0,4840965	0,2872526	0,0580471
ZAEN	0,0649737	0,2872526	0,7533659	-0,5927243
BAVL	-0,0271103	0,0580471	-0,5927243	1,2218646

Підставивши у формулу (5) розраховані значення доходності та ризику отримаємо наступні значення матриць:

– матриця  $V$ :

$$V = \begin{pmatrix} 0,283659 & 0,169183 & 0,129947 & -0,54221 & 12,003429 & 1 \\ 0,169183 & 0,968193 & 0,574505 & 0,116094 & 13,032286 & 1 \\ 0,129947 & 0,574505 & 1,506732 & -1,185449 & 13,217286 & 1 \\ -0,054221 & 0,116094 & -1,185449 & 2,443729 & 13,706000 & 1 \\ 12,003429 & 13,032286 & 13,217286 & 13,706000 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix};$$

– обернена матриця  $V^{-1}$ :

$$V^{-1} = \begin{pmatrix} 0,140 & -0,47 & 0,17 & 0,166 & -0,686 & 9,262 \\ -0,480 & 1,89 & -0,941 & -0,474 & -0,06 & 0,72 \\ 0,172 & -0,941 & 0,696 & 0,072 & 0,437 & -5,22 \\ 0,2 & -0,474 & 0,072 & 0,23 & 0,316 & -3,764 \\ -0,686 & -0,067 & 0,437 & 0,316 & -0,265 & 3,347 \\ 9,262 & 0,725 & -5,223 & -3,764 & 3,347 & -42,458 \end{pmatrix};$$

Для порівнянню складу портфелів обчислено три варіанти портфелю з різними допустимими значеннями дохідності портфелів.

Для першого випадку значення допустимої дохідності  $d_p$  приймається не нижче 60 %. Тоді маємо наступне значення матриці  $K$ :

$$K_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0,6 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

За отриманими значеннями матриць  $K$  та  $V$  за формулою (6) можна отримати значення матриці  $W$ :

$$W_1 = \begin{pmatrix} 0,487021 \\ 0,123290 \\ -0,042951 \\ 0,402640 \\ -0,000237 \\ 0,000091 \end{pmatrix}$$

У другому випадку приймемо значення допустимої дохідності  $d_p$  не нижче 40 %. Підставивши у формулу (5) розраховані значення дохідності та ризику отримаємо наступні значення матриць:



$$K_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0,4 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Для другого варіанту значення матриці  $W$  є наступним:

$$W_2 = \begin{pmatrix} 0,145898 \\ 0,122079 \\ 0,024615 \\ 0,723408 \\ 0,000050 \\ -0,000034 \end{pmatrix}$$

В третьому випадку прийемо значення допустимої дохідності  $d_p$  не нижче 10 %. Тоді матриця  $K$  матиме наступний вигляд:

$$K_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0,1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Для цього випадку матриця  $W$  має наступний вигляд:

$$W_3 = \begin{pmatrix} -0,365786 \\ 0,120263 \\ 0,081964 \\ 0,803559 \\ 0,000481 \\ -0,000221 \end{pmatrix}$$

Проаналізувавши отримані значення матриць  $K$  для кожного випадку можна визначити склад портфелю. Розраховані результати портфелю наведено в табл. 5.

Проаналізувавши табл. 5 можна зробити висновок, що найбільшу дохідність має перший портфель, але він також має максимальний, з усіх інших портфелів, ризик. Проте цей портфель є найбільш привабливим, оскільки його ризик не набагато більший, ніж в останніх двох варіантах, а дохідність такого портфелю досить висока.

Таблиця 5

## Структура портфелю при умові мінімізації ризику

Акція	Структура портфелю		
	Доходність 60 %	Доходність 40 %	Доходність 10 %
Вимоги			
CEEN	48 %	14 %	0
DOEN	12 %	12 %	12 %
ZAEN	0	2 %	8 %
BAVL	40 %	72 %	80 %
Ризик портфелю	32 %	28 %	27 %

Тому портфель, що складається з 48 % акцій CEEN, 12 % акцій DOEN та 40 % акцій BAVL є найкращим варіантом для інвестора, який має набір максимізувати прибуток з невеликим відсотком ризику.

### 7. SWOT-аналіз результатів досліджень

*Strengths.* У порівнянні з аналогами, комплексне використання методів портфельного інвестування дає можливість підвищити ефективність прийняття рішень при формуванні інвестиційного портфелю з урахуванням критеріїв мінімізації ризиків та максимізації прибутку в умовах сучасної політично-економічної ситуації українського фондового ринку.

*Weaknesses.* Використання комплексного підходу до формування інвестиційного портфелю призводить до трудомісткості обчислень через відсутність інформаційного забезпечення, яке б дало можливість автоматично відслідковувати та повідомляти інвестора про всі зміни стану акцій в портфелі.

*Opportunities.* Запропонований підхід сприяє ефективності формування інвестиційного портфелю з урахуванням нестабільності українського фондового ринку, що дає можливість інвестувати капітал в акції вітчизняних компаній з більшим відсотком надійності. Проте, для найбільш ефективного використання запропонованого підходу необхідно стабілізувати економічну ситуацію країни та забезпечити нормативно-правове забезпечення українського фондового ринку.

*Threats.* До слабких сторін запропонованого підходу можна віднести неможливість врахування недосконалої нормативно-правової бази на ринку цінних паперів, що не забезпечує стабільності змін котирувань розглянутих активів на ринку. Тобто, результати запропонованого підходу можуть бути застосовні тільки в умовах стабільного фондового ринку, коли прибутковість активів дійсно залежить від минулих значень.

### 8. Висновки

1. В результаті проведених досліджень проаналізовано основні можливі стандартні та нестандартні ситуації при формуванні інвестиційного портфелю. Визначено основні шляхи їх вирішення, що базуються на прийнятті нових умов формування портфелю, або створенні нового портфелю, якщо показники попереднього не відповідають визначеним цілям.

2. Проаналізовано основні моделі та методи, що використовуються для формування інвестиційного портфелю в світовій практиці. Визначено основні

причини, головними серед яких є: відсутність законодавчої та нормативно-правової бази для регулювання ринкових відносин, «тінізація» економіки, нестабільність фондового ринку, через які ці моделі не бажано засовувати в умовах сучасної політично-економічної ситуації країни. Запропоновано використання комплексу методів, за допомогою яких максимально точно можна врахувати можливі ризики при формуванні інвестиційного портфелю.

3. Наведено приклад формування оптимального портфелю акцій, що відповідає двом основним критеріям: мінімізації ризиків та максимізації прибутку. Показано, як за рахунок зміни показників змінюється частина акцій в портфелі.

### Література

1. Tsyhaniuk D. L. Portfelne investuvannia na ukrains komu fondovomu rynku // *Ukrainska akademiia bankivskoi spravy*. 2007. URL: [http://uabs.edu.ua/images/stories/docs/K\\_M/Tsyhaniuk\\_2.pdf](http://uabs.edu.ua/images/stories/docs/K_M/Tsyhaniuk_2.pdf) (Last accessed: 15.04.2018)
2. Vorobiov Yu. M., Vorobets T. I. Suchasni tendentsii rozvytku finansovoho investuvannia na fondovomu rynku Ukrainy // *Investytsii: praktyka ta dosvid*. 2012. Issue 22. P. 9–12.
3. Kurmaiev P. Yu., Bayramov E. A Current trends of financing of innovative activity entities in Ukraine // *Naukovyi visnyk Polissia*. 2017. Issue 2 (10 (1)). P. 55–62.
4. Dobrova N. V. Infrastruktura pidtrymky maloho pidpriemnytstva v Ukraini ta na rehionalnomu rivni // *Naukovyi visnyk. Odeskyi natsionalnyi ekonomichnyi universytet*. 2013. Issue 18 (197). P. 97–106.
5. Kerr W. R., Nanda R. Financing Innovation // *Annual Review of Financial Economics*. 2015. Vol. 7, Issue 1. P. 445–462. doi: <http://doi.org/10.1146/annurev-financial-111914-041825>
6. Markowitz H. Portfolio selection // *The Journal of Finance*. 1952. Vol. 7, Issue 1. P. 77–91. doi: <http://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
7. Aleksander G., Beyli Dzh., Sharp U. *Investytsii. Seriya «Universitetskiy uchebnyk»*. Moscow: Infa, 2015. 1028 p.
8. Kheirollah A., Bjambo O. A Quantitative Risk Optimization of Markowitz Model: An Empirical Investigation on Swedish Large Cap List, Master // *Thesis in Mathematics/Applied Mathematics, University Sweden, Department of Mathematics and Physics*. 2007. P. 73.
9. Li X., Xu Z. Q. Continuous-time Markowitz's model with constraints on wealth and portfolio // *Operations Research Letters*. 2016. Vol. 44, Issue 6. P. 729–736. doi: <http://doi.org/10.1016/j.orl.2016.09.004>
10. Applications of Signed Graphs to Portfolio Turnover Analysis / Vasanthi B. et. al. // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 211. P. 1203–1209. doi: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.160>
11. Kabaivanov S., Milev M., Markovska V. Application of Path Simulation Techniques in Derivative Pricing // *Trakia Journal of Sciences*. 2013. Vol. 9, Issue 2. P. 302–309.
12. Marchev Jr. A., Marchev A. Selecting and Simulating Models for Management of Investment Portfolios Using Cybernetic Approach // *Economic Alternatives*. 2012. Vol. 2. P. 28–64.

13. Portfolio risk measurement based on value at risk (VaR) / Amin F. A. M. et. al. // Proceeding of the 25th national symposium on mathematical sciences (sksm25): Mathematical Sciences as the Core of Intellectual Excellence. 2018. doi: <http://doi.org/10.1063/1.5041543>
14. David Cabedo J., Moya I. Estimating oil price «Value at Risk» using the historical simulation approach // Energy Economics. 2003. Vol. 25, Issue 3. P. 239–253. doi: [http://doi.org/10.1016/s0140-9883\(02\)00111-1](http://doi.org/10.1016/s0140-9883(02)00111-1)
15. Spuch'akova E., Michalikova K. F., Misankova M. Risk of the Collective Investment and Investment Portfolio // Procedia Economics and Finance. 2015. Vol. 26. P. 167–173. doi: [http://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00910-7](http://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00910-7)
16. Atkinson R. D. Competitiveness, Innovation and Productivity: Clearing up the Confusion. Washington: The Information Technology & Innovation Foundation, 2013. P. 74.
17. Kostiuk A. K., Boiarynova K. O. Innovatsiyni rozvytok pidpriemstv: ekonomichni umovy, problemy ta perspektyvy // Aktualni problemy ekonomiky ta upravlinnia. 2011. Issue 5. P. 50–57.
18. Naukova ta innovatsiina diialnist Ukrainy. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky, 2016. 257 p.