

СЕКЦІЯ 10 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 336.76

Савич О.В.*кандидат економічних наук,
доцент кафедри фінансів та обліку
Приватного вищого навчального закладу «Галицька академія»*

КОМПЛЕКС МОДЕЛЕЙ ПОБУДОВИ ПОРТФЕЛЮ ЦІННИХ ПАПЕРІВ

COMPLEX OF MODELS FOR CONSTRUCTION OF THE PORTFOLIO OF SECURITIES

АНОТАЦІЯ

Розглянуто і описано комплекс моделей для побудови портфелю цінних паперів. Застосовані моделі комплексу використовуються на світовому ринку для оцінки і зменшення ризику інвестицій в цінні папери. Представлення цієї тематики в Україні обумовлюється необхідністю розвитку методів оцінки ринку цінних паперів України.

Ключові слова: портфель цінних паперів, акціонерне товариство, математична модель, математичні методи, ризик, диверсифікація, показник, коефіцієнт.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен и описан комплекс моделей для построения портфеля ценных бумаг. Примененные модели комплекса используются на мировом рынке для оценки и уменьшения риска инвестиций в ценные бумаги. Представление данной тематики в Украине обусловливается необходимостью развития методов оценки рынка ценных бумаг Украины.

Ключевые слова: портфель ценных бумаг, акционерное общество, математическая модель, математические методы, риск, диверсификация, показатель, коэффициент.

ANNOTATION

In this article the complex of models for construction of an investment portfolio is considered and described. The applied models of a complex are used in the world market for an estimation of risk of investments into securities. Representation of the given subjects in Ukraine is caused by necessity of development of methods of an estimation of securities market in Ukraine.

Keywords: portfolio of securities, joint-stock company, mathematical model, mathematical methods, risk, diversification, index, coefficient.

Постановка проблеми. Однією із проблем, яка виникає при аналізі ринку цінних паперів, є правильне конструювання їх портфеля, основним мотивом якого є диверсифікація ризиків, пов'язаних з ними. Водночас не треба забувати, що дохід з портфеля безпосередньо залежить як від доходу окремих акцій, які входять в його склад, так і значення кореляції між окремими акціями. В зв'язку з цим в межах портфельного аналізу потрібно розв'язати оптимізаційну задачу, результат якої дозволяє визначити мінімальну величину ризику портфеля для заданої інвестором очікуваної вартості норми повернення.

В цьому контексті нами розглянуті методи, які належать до фундаментального аналізу, а

їхнє поєднання з технологіями портфельного аналізу може бути використане до створення портфелю цінних паперів. Такий підхід дозволяє розробити пропозиції щодо побудови фундаментального портфеля цінних паперів, який буде портфелем довготерміновим, з врахуванням важливих переваг фундаментального аналізу. Портфель, створений так, повинен бути стабільний і безпечний. Для довготермінових інвестицій переваги такого підходу є очевидними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні у вітчизняній і світовій науці значний внесок у вивчення вказаних питань зроблений такими вченими, як Т. Андерсон, І. Благун, І. Бланк, В. Вітлінський, О. Врублевська, К. Гренджер, В. Грін, С. Грабарчук, В. Гранатуров, Т. Клебанова, Д. Кендалл, В. Колесникова, П. Конюховський, Д. Лінтерн, С. Лукаш, Л. Малютіна, Г. Марковітц, Д. Моляков, В. Опарін, О. Островська, К. Павлюк, Е. Парзен, Е. Петерс, О. Романовський, Б. Сабанті, Д. Тюкі, Е. Фама, В. Федосов, Д. Хенкок, М. Хатанака, Р. Хемінг, С. Хачатурян, У. Шарп та ін.

Виклад основного матеріалу. Основним критерієм, котрий підлягає оптимізації, є сума синтетичних величин, які описують фундаментальну силу товариств, що входять до складу портфелю, а також зважену їх частку в портфелі. Така конструкція так званої функції мети повинна запевнити стабільність і безпеку портфелю на довготривалий період.

При горизонтальній диверсифікації певною мірою на якість портфеля цінних паперів впливає кількість акціонерних товариств, ефективність їх функціонування, а також норми повернення і ризику. В цьому контексті величезне значення має кон'юнктура ринку і ймовірність кризи в цьому секторі. Залучення до портфелю акцій декількох акціонерів різного профілю діяльності дозволяє протидіяти нестабільності ринку.

Крім цього, головною детермінантою, на яку звертає увагу інвестор, є величина норми

повернення, яка безпосередньо характеризує привабливість цінних паперів. Модифікація на практиці моделі Марковича полягає не тільки на зміні ключового положення стосовно методу визначення прибутку і норми повернення, але також на акцентуванні на фундаментальній силі товариств. При такому розширенні нормальність розкладу норми повернення не має настільки великого значення, як у разі класичного портфельного аналізу. Однак з'являються інші питання, які потрібно розглянути і вирішити, а саме – яким методом окреслити і виміряти фундаментальну силу акціонерних товариств; яким методом здійснити диверсифікацію ризику для портфеля?

Вирішення цих проблем є надзвичайно істотним при конструюванні портфелю, і, як правило, гарантує його високу ефективність, яка може розглядатись через призму можливо досягнутої норми повернення і ризику портфелю. Крім цього, редукція значної кількості акціонерних товариств і утворення певної групи, яка буде характеристичною з погляду отриманих економічних результатів, може значно полегшити процес аналізу інформації, пов'язаної з інвестуванням в цінні папери.

Отже, завдяки методам багатовимірного порівняльного аналізу (БПА) об'єкт (у цьому разі акціонерні товариства) можна описати за допомогою багатьох змінних (а саме фінансових показників) і однією синтетичною величиною визначити їх рівень розвитку, а також можна виокремити групу товариств, подібних між собою низкою певних критеріїв (як правило, фінансових показників).

Серед методів, які найчастіше використовують при побудові портфелю цінних паперів є: таксономічний показник привабливості інвестицій (ТППІ), узагальнений показник відмінності (GDM), показник відносного рівня розвитку (BZW), метод k -середніх, а також дискримінаційна функція.

На практиці на розвинених ринках функціонують визначені процедури добору акцій товариств до портфелю. Вони дозволяють зменшити кількість товариств, які будуть братися під увагу при конструюванні портфелю, а також вказують на потенційно найкращі товариства з погляду заданих критеріїв. В цьому разі критеріями можуть бути фінансові і ринкові показники.

Для запропонованих показників (ТППІ, GDM, BZW, метод k -середніх, дискримінаційна функція) можуть мати застосування всім відомі фінансові показники які характеризують акції. Вказані змінні становлять перелік діагностичних особливостей, які характеризують цей цінний папір. Враховуючи те, що існують різні сфери діяльності і різна структура фінансових документів, на базі яких визначаються фінансові показники (коефіцієнти), дослідження проводять окремо для товариств фінансових – банків, і нефінансових. У разі нефінансових

товариств показниками, котрі дозволяють виміряти фундаментальну силу товариств є: точна ліквідність (КПЛ), оборот активів (ОА), оборот пасивів (ОН), оборот зобов'язань (ОЗб), оборот запасів (ОЗ), рентабельність активів (ROA), рентабельність власного капіталу (ROE). Використання фінансових коефіцієнтів в багатовимірному аналізі змушує окреслити: метод їхньої уніфікації (в більшості випадків використовують процедуру стандартизації), а також характер їхнього впливу на рівень фундаментальної сили товариства.

Крім цього, внаслідок застосування методів лінійного впорядкування аналізу підлягають такі показники: показники, що ґрунтуються на ідеї синтетичного показника розвитку; таксономічний показник привабливості інвестицій ТППІ, узагальнений показник відмінності GDM; коефіцієнт щодо рівня розвитку BZW. В загальному ці показники потрібні для оцінки акцій акціонерних товариств за допомогою однієї агрегованої величини.

Для визначення синтетичного показника розвитку використовують такі формули:

$$ТППІ_i = 1 - \frac{d_i}{d_0}, \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (1)$$

де ТППІ_{*i*} – синтетичний показник розвитку для *i*-того об'єкту,

d_i – різниця між *i*-тим об'єктом і об'єктом-взірцем, котра визначається за такою формулою:

$$d_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m w_j \cdot (z_{ij} - z_{0j})^2}, \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

d_0 – норма, котра гарантує те, що ТППІ_{*i*} прийме значення від 0 до 1:

$$d_0 = \bar{d} + a \cdot S_d.$$

Використовуючи формулу (1) та інформацію, що $0 \leq ТППІ_i \leq 1$, а також $d_i > 0$, можна визначити граничне значення для сталої a :

$$a \geq \frac{d_{i_{\max}} - \bar{q}}{S_d},$$

де $d_{i_{\max}}$ – це максимальне значення d_i .

Значення величини w_i у формулі може використовувати коефіцієнт змінності змінної:

$$w_j = \frac{V_j}{\sum_{j=1}^m V_j}, \quad (j = 1, 2, \dots, m).$$

У разі узагальненого показника відмінності GDM використовують такі формули:

$$d_{ik} = \frac{1}{2} - \frac{\sum_{j=1}^m w_j \cdot a_{kij} \cdot b_{kij} + \sum_{j=1}^m \sum_{l=1, l \neq i, k}^n w_j \cdot a_{ij} \cdot b_{klj}}{2 \cdot \left[\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^n w_j \cdot a_{ij}^2 \cdot \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^n w_j \cdot b_{klj}^2 \right]^{1/2}}, \quad (2)$$

де d_{ik} – показник відмінності,

w_j – вага *j*-тої змінної, яка виконує такі вимоги:

$$w_j \in (0, m), \quad \sum_{j=1}^m w_j = m.$$

Для змінних, які вимірюються в частковому масштабі, використовують наступні підстановки:

$$a_{ipj} = x_{ij} - x_{pj} \text{ для } p = k, l,$$

$$b_{krj} = x_{kj} - x_{rj} \text{ для } r = i, l,$$

де $x_{ij}(x_{kj}, x_{rj})$ – i -та (k -та, l -та) обсервація j -тої змінної.

У цьому разі була використана ідея узагальненого коефіцієнта кореляції, який охоплює коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона і коефіцієнт кореляції підпорядкованих змінних Кендалла. Показник GDM є нормованим від 0 до 1; що ближчий він до 0, то результат класифікації для цього акціонерного товариства є кращий.

Коефіцієнт відносного рівня розвитку ґрунтується на ідеї методу сум стандартизованих значень. Цей коефіцієнт визначається за допомогою таких формул:

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^k z_{ij}}{\sum_{j=1}^k \max_i \{z_{ij}\}}, \quad (3)$$

$$z_{ij} = x_{ij}^* + \left| \min_i \{x_{ij}^*\} \right|,$$

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{S_j},$$

де W_i – коефіцієнт відносного рівня розвитку,

x_{ij} – значення j -тої особливості для i -того об'єкту (діагностичної змінної),

\bar{x}_j, S_j – відповідно середня арифметична та стандартне відхилення особливості (характеристики) з номером j .

Цей коефіцієнт, оскільки і $TPII$ є нормованим і приймає значення від 0 до 1. Що ближче величина коефіцієнту до 1, то кращий об'єкт дослідження з погляду загального критерію.

Представлені методи лінійного впорядкування також часто використовують для конструювання фундаментального портфеля цінних паперів. Цей портфель повинен складатись з потенційно найкращих акціонерних товариств з погляду досліджуваних характеристик фундаментального аналізу. Тому також очевидним є його довготерміновий характер, а наявність у складі портфелю сильних суб'єктів повинно запевнити його стабільність і безпеку з інвестиційної погляду. В цьому аспекті критерієм, котрий підлягає оптимізації є не ризик, вимірюваний стандартним відхиленням, а сума вартостей синтетичних показників, які описують економічний потенціал акціонерних товариств. Залежно від прийнятого синтетичного показника цей критерій максимізується (наприклад – в $TPII$, BZW) чи мінімізується (GDM). Функція мети з умовами обмеження в цьому разі описуються так:

1. Для таксономічного показника привабливості інвестицій – $TPII$:

$$f = \sum_{i=1}^n TPII_i \cdot x_i \rightarrow \max, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n R_i \cdot x_i \geq R, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n S_i \cdot x_i \geq S, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, \quad (7)$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0, \quad (8)$$

де $TPII_i$ – таксономічний показник привабливості інвестицій для i -того товариства,

x_i – доля i -того товариства в портфелі,

R_i – тижневий рівень рентабельності для i -того товариства,

R – бажане інвестором середнє значення для рентабельності портфелю цінних паперів,

S_i – тижневий ризик інвестицій для i -того товариства, визначений як стандартне відхилення рентабельності,

S – прийнятний для інвестора рівень ризику портфеля цінних паперів.

2. Для коефіцієнта відносного рівня розвитку – BZW :

$$f = \sum_{i=1}^n BZW_i \cdot x_i \rightarrow \max, \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n R_i \cdot x_i \geq R, \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n S_i \cdot x_i \geq S, \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, \quad (12)$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0, \quad (13)$$

де BZW – коефіцієнт відносного рівня розвитку інвестицій в i -те товариство,

всі інші позначення – аналогічно як в формулах (3) – (8).

3. Для узагальненого показника відмінності – GDM :

$$f = \sum_{i=1}^n GDM_i \cdot x_i \rightarrow \max, \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^n R_i \cdot x_i \geq R, \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^n S_i \cdot x_i \geq S, \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, \quad (17)$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0, \quad (18)$$

де GDM_i – узагальнений показник відмінності інвестиції в i -те товариство, всі інші позначення – аналогічно як в формулах (3) – (8).

У запропонованій функції мети для синтетичних показників також враховано два варіанти конструювання портфелю цінних паперів, а саме з вагами та без ваг. Крім цього, портфелі цінних паперів, як правило, формуються при допомозі раніше зроблених класифікацій акціонерних товариств на основі певних синтетичних показників.

Основний зміст записаних обмежень є таким. У перших обмеженнях (2), (10), (15) інвестор наперед визначає певний мінімальний рівень рентабельності (норми повернення), яко-

му будуть відповідати норми повернення акцій, які брались до уваги при створенні портфелю цінних паперів. Тут можна використати декілька варіантів. Одним з них є портфельний ефект норми повернення, і водночас потрібно перевірити, як формується норма повернення акцій, з яких сформований портфель. Наступною можливістю використання статистичних показників, наприклад медіани чи середньої арифметичної з норм повернення досліджуваних акцій. В іншому варіанті можна прийняти, що норма повернення портфелю є меншою чи рівною нормі повернення з прийнятого біржового індексу.

Накладання на вступному етапі при конструюванні портфелю цінних паперів хоча б одного із запропонованих обмежень на норму повернення призводить до того, що до портфеля ввійдуть акціонерні товариства з потенційно найефективнішими значеннями норми повернення (рентабельності). Також водночас підвищиться ймовірність, що ці норми повернення упродовж довгого періоду часу не будуть значно мінятися.

Отже, використовувані методи *TPIII*, *GDM* чи *BZW* для побудови бази акціонерних товариств дозволяють не тільки виокремити товариства, котрі мають стійку фінансову базу, але також і таких, які є найкращі з усього сектору. Своєю чергою, поділ товариств на нефінансові та фінансові, які виконують на наступному етапі аналізу, не дає змогу домінувати в подальших дослідженнях банківському сектору. Як правило, саме банки мають найкращі фінансово-еко-

номічні результати (це виникає з специфіки їхньої діяльності) і тому вони могли б домінувати в базі даних. У класичному портфельному аналізі ризик зменшують шляхом залучення до портфелю якнайбільшого числа товариств.

Висновки. Стверджуємо, що методи лінійного впорядкування можуть і повинні використовуватись у процесі добору акціонерних товариств до портфелю. Вони дозволяють створити базу акціонерних товариств, фундаментально сильних. Такий підхід може значно полегшити потенціальному інвестору аналіз товариств. Впровадження обмежень стосовно числа досліджуваних товариств є ефективним не тільки з територичного погляду, але і формального.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Ульяновченко О.В. Дослідження операцій в економіці / О.В. Ульяновченко. – Х., 2003.
2. Ульяновченко О.В. Методи оптимізації в економіці / О.В. Ульяновченко. – Х., 2001.
3. Математические методы исследования операций. – К. : Вища школа, 1979. – 312 с.
4. Кондратенко Г.В. Фазифікація якісних сигналів у нечітких системах підтримки прийняття рішень / Г.В. Кондратенко // Вестник ХГТУ. – 2002. – № 14. – С. 74–81.
5. Бугір М.К. Математика для економістів. Лінійна алгебра, лінійні моделі / М.К. Бугір. – К. : Академія, 1998. – 272 с.
6. Całczyński A., K-Stróż D., Orzecowska D., Śleszyński Z. Elementy badań operacyjnych w zarządzaniu / A. Całczyński, D. K-Stróż, D. Orzecowska, Z. Śleszyński. – Radom, 2000.
7. Dębski W. Rynek finansowy i jego mechanizmy / W. Dębski. – PWN, Warszawa, 2002.