

Синько Н.С.
Дунаєва Т.А.

канд. фіз.-мат. наук, доцент
Національний технічний університет України «КПІ»

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИБУТКОВОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЮ

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИБЫЛЬНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ ECONOMIC MODELING OF PROFITABILITY INVESTMENT PORTFOLIO

Зазвичай при аналізі прибутковості інвестиційного портфелю використовують однокритеріальні оптимізаційні моделі, які покликані або збільшити прибутковість портфелю, або зменшити ризик, що припадає на кожну його складову. Найвідомішими методами моделювання такого роду виступають модель Марковіца та модель Шарпа. Але часто умови максимальної прибутковості недостатньо для формування ефективного інвестиційного портфелю; тим більше в умовах української економіки її варто доповнити показником, який виражатиме стабільність та силу портфелю.

Таксономічний показник привабливості інвестицій дозволяє сформувати портфель з цінних паперів більш сильних суб'єктів економічних відносин, що у свою чергу зробить його більш безпечним та стабільним з інвестиційної точки зору.

Важливим етапом моделювання виступає визначення характеристик, за якими проводитиметься порівняння. Вони мають задовольняти певні вимоги, зокрема, бути співставними та порівнюваними. Такими характеристиками можуть виступати показники фінансової звітності (обсяг заборгованості, безнадійна заборгованість, вартість активів тощо) або обчислені на їх основі показники (наприклад, рентабельність).

Ключові слова: портфель цінних паперів, ризик, прибутковість, економіко-математичне моделювання.

Обычно при анализе доходности инвестиционного портфеля используют однокритериальные оптимизационные модели, которые призваны или увеличить доходность портфеля, или уменьшить риск, приходящийся на каждую его составляющую. Самыми известными методами моделирования такого рода выступают модель Марковица и модель Шарпа. Но часто условия максимальной доходности недостаточно для формирования эффективного инвестиционного портфеля; тем более в условиях украинской экономики ее следует дополнить показателем, который будет выражать стабильность и силу портфеля.

Таксономический показатель привлекательности инвестиций позволяет сформировать портфель из ценных бумаг более сильных субъектов экономических отношений, что в свою очередь сделает его более безопасным и стабильным с инвестиционной точки зрения.

Важным этапом моделирования выступает определение характеристик, по которым будет проводиться сравнение. Они должны удовлетворять определенные требования, в частности, быть сопоставимыми и сравнимыми. Такими характеристиками могут выступать показатели финансовой отчетности (объем задолженности, безнадёжная

задолженность, стоимость активов и т.п.) или вычисленные на их основе показатели (например, рентабельность).

Ключевые слова: портфель ценных бумаг, риск, доходность, экономико-математическое моделирование.

Usually one-criterion optimization models are used when analyzing investment portfolio profitability. They are intended to increase the profitability or portfolio, or reduce the risk attributable to each of its components. Markowitz and Sharpe modes are best-known of such kind modeling methods. But terms of maximum profitability are not always enough to form an effective investment portfolio; especially in the conditions of the Ukrainian economy such criterion should be supplemented by an indicator, which will express the stability and strength of the portfolio.

Taxonomic index investment attractiveness allows to create a portfolio with securities of stronger economic entities, which in turn will make it more secure and stable from an investment point of view.

An important step in the simulation is designing characteristics, which will be compared in this index. They must meet certain requirements, in particular, be compatible and comparable. As such characteristics, financial statements line indicators may be taken (the amount of debt Bad debts, assets, etc.), or they can be calculated basing on these indicators (eg profitability).

Keywords: portfolio, risk, profitability, economic modeling.

Вступ. Ефективність фондового ринку полягає у збільшенні прямих іноземних інвестицій, залученні спільних інвестицій, переході на новий технологічний рівень виробництва, а також суттєвому підвищенні соціальних стандартів життя населення [1].

Питаннями формування інвестиційного портфелю та ринку капіталу в цілому займалась велика кількість як вітчизняних, так і зарубіжних вчених – Благун І., Кендалл Т., Марковіц Г., Шарп У та інші.

Актуальність цих питань не зменшується і сьогодні, адже фондовий ринок є одним із найважливіших інструментів ефективного розміщення та управління фінансовими ресурсами. Особливу важливість дані питання мають в українських реаліях, адже незважаючи на те, що український фондовий ринок існує вже більше 20 років, він досі залишається малорозвиненим, непрозорим та низьколіквідним.

Постановка завдання. Метою даного дослідження є розробка економіко-математичних моделей оцінки прибутковості інвестиційного портфелю та формуванні не тільки високоприбуткового, а й сильного та стабільного портфелю.

Для реалізації даної мети було поставлено такі завдання:

- дослідження основних підходів до моделювання оптимальної структури та прибутковості інвестиційного портфелю;
- проведення аналізу розвитку фондового ринку України;
- аналіз сучасного стану фондового ринку України та перспектив його розвитку;
- розробка моделі формування прибуткового та стабільного інвестиційного портфелю.

Методологія. Методологічну та теоретичну основу роботи складають підходи вітчизняних і зарубіжних вчених до розробки економіко-математичних моделей і методів оцінки прибутковості та формування структури інвестиційного портфелю.

У ході проведення дослідження було використано такі методи:

- для визначення основних закономірностей розвитку фондового ринку України та формування інвестиційного портфелю було використано методи статистичного, аналітичного та компаративного аналізу;
- при розробці моделі формування прибуткового та стабільного інвестиційного портфелю було використано метод економіко-математичного моделювання.

Результати дослідження. Зараз український фондовий ринок продовжує оговтуватись від втрат, які були понесені прямими та непрямими суб'єктами ринку за попередні періоди. Так, в 2011 році фондовий ринок характеризувався доволі високою активністю біржового сегмента. У порівнянні з даними минулого року обсяг біржових контрактів (договорів) з цінними паперами збільшився майже у 2 рази (або на 104,55 млрд грн.) та становив 235,84 млрд грн., тоді як за аналогічний термін 2010 року цей показник склав 131,29 млрд грн [2].

Крім того, 2010-2015 рр. ознаменувалися тим, що система обліку і розрахунків біржових та позабіржових торгових операцій змінила архітектуру фондового ринку. Це відбулося із прийняттям 12 жовтня 2013 року Закону України «Про депозитарну систему України» (від 06.07.2012 № 5178-VI) [3]. У зв'язку з цим припинено паперовий документообіг цінних паперів і ліквідовано інститут реєстраторів, які обслуговували документарні випуски. Зберігачі цінних паперів отримали назву депозитарні установи. Нині замість двох конкурентів-депозитаріїв цінних паперів на базі НДУ створено Центральний депозитарій. Закон також ввів у вітчизняну депозитарну систему новий елемент – Розрахунковий центр, створений на базі Всеукраїнського депозитарію цінних паперів [2].

Потрібно відмітити, що фондовий ринок України знаходиться на порозі серйозних перетворень, про що свідчить запропонована НКЦПФР «Програма розвитку фондового ринку України на 2015-2017 роки». Метою даної програми є підвищення захисту прав інвесторів та формування конкурентоспроможного національного фондового ринку на основі поступового зменшення спекулятивної складової ринку з одночасним зростанням інвестиційно спрямованого сегмента в умовах фінансової глобалізації [2].

Особливо актуальними в умовах кризових явищ на фондовому ринку України залишаються питання ефективного формування інвестиційного портфелю.

Зазвичай при аналізі прибутковості інвестиційного портфелю використовують однокритеріальні оптимізаційні моделі, які покликані або збільшити прибутковість портфелю, або зменшити ризик, що припадає на кожну

його складову. Найвідомішими методами моделювання такого роду виступають модель Марковіца та модель Шарпа. Але часто умови максимальної прибутковості недостатньо для формування ефективного інвестиційного портфелю.

Модель Марковіца була сформована у 1952 році і стала першою класичною теорією оптимізації портфелю цінних паперів. Ця модель стверджує, що ризик портфелю цінних паперів залежить від ризику його складових елементів, з урахуванням парної кореляції між доходністю цінних паперів у портфелі.

Основні припущення моделі Марковіца [4]:

- інвестори враховують тільки два фактори – очікувана прибутковість інвестиційного портфелю та його ризик;
- очікуване значення прибутковості інвестиційного портфелю визначається зваженою сумою його компонентів, а ризик оцінюється як дисперсія доходності (або дорівнює її середньоквадратичному відхиленню);
- очікувана прибутковість та ризик активів у майбутньому можна передбачити на основі даних про очікувану прибутковість і ризик у минулі часові періоди;
- зв'язок між активами в портфелі цінних паперів задається за допомогою їх парних лінійних коефіцієнтів кореляції.

Але в умовах української економіки прибутковість не повинна виступати єдиною характеристикою інвестиційного портфелю, її варто доповнити показником, який виражатиме його стабільність та силу.

Таксономічний показник привабливості інвестицій дозволяє сформувати портфель з цінних паперів більш сильних суб'єктів економічних відносин, що у свою чергу зробить його більш безпечним та стабільним з інвестиційної точки зору.

Синтетичний показник привабливості інвестицій дозволяє порівнювати суб'єкти-складові портфелю з певним ідеальним об'єктом, характеристики якого визначені інвестором заздалегідь [5]:

$$\text{ТППІ}_i = 1 - \frac{d_i}{d_0}, i = \overline{1, n},$$

Де ТППІ_i – таксономічний показник привабливості інвестицій,

d_i – різниця між i -им об'єктом у портфелі та об'єктом-ідеалом,

d_0 – нормуючий показник, який утримує значення ТППІ в межах від 0 до 1.

Різниця між об'єктом-складовою інвестиційного портфеля та ідеальним об'єктом визначається таким чином:

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

де w_j – ваги, які виражають важливість кожної характеристики, за якою проводиться порівняння об'єктів,

z_{ij} – значення j -ої характеристики i -ої складової інвестиційного портфелю,

z_{0j} – значення j -ої характеристики об'єкта-ідеала.

Важливим етапом моделювання виступає визначення характеристик, за якими проводитиметься порівняння. Вони мають задовольняти певні вимоги, зокрема, бути співставними та порівнюваними. Такими характеристиками можуть виступати показники фінансової звітності (обсяг заборгованості, безнадійна заборгованість, вартість активів тощо) або обчислені на їх основі показники (наприклад, рентабельність). Плюсом такого підходу є доступність та об'єктивність даних, отриманих для аналізу, адже більшість підприємств публікують офіційну фінансову звітність щороку або навіть щоквартально.

Портфелі також мають задовольняти вимогу, що стосується стандартного відхилення випадкової змінної в моделі:

$$S_p = \sqrt{\frac{SKR}{Q}},$$

Де Q – кількість степенів свободи:

$$Q = T - K,$$

K – кількість досліджуваних параметрів моделі.

SKR – сума квадратів залишків моделі, яка визначається таким чином:

$$SKR = \sum_{t=1}^T (r_{p,t} - \alpha - \beta r_{M,t})^2 = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{j=1}^N x_j r_{j,t} - \alpha - \beta r_{M,t} \right)^2,$$

$r_{M,t}$ – норма повернення з ринку акцій та облігацій у період t .

Тоді показник S_p може бути визначений таким чином:

$$S_p = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (\sum_{j=1}^N x_j r_{j,t} - \alpha - \beta r_{M,t})^2}{T - K}},$$

$$\alpha = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N x_j r_{j,t} - \beta \sum_{t=1}^T r_{M,t}}{T},$$

$$\beta = \frac{\sum_{t=1}^T (r_{M,t} \sum_{j=1}^N x_j r_{j,t}) - \frac{(\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N x_j r_{j,t}) \sum_{t=1}^T r_{M,t}}{T}}{\sum_{t=1}^T r_{M,t}^2 - \frac{(\sum_{t=1}^T r_{M,t})^2}{T}}.$$

При чому значення стандартного відхилення випадкової змінної не має перевищувати значення певного параметра a .

$$S_p = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (\sum_{j=1}^N x_j r_{j,t} - \alpha - \beta r_{M,t})^2}{T - K}} < a,$$

$$a > 0.$$

Тоді з урахуванням таксономічного показника привабливості інвестицій модель приймає такий вигляд:

$$\begin{aligned} & \text{ТППІ}_i x_i \rightarrow \max \\ & E(R_p) \rightarrow \max \\ & S_p < a, a > 0, \\ & \sum_{i=1}^n R_i x_i \geq R, \\ & \sum_{i=1}^n S_i x_i \leq S, \\ & \sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0. \end{aligned}$$

Де x_i – частка i -ого суб'єкта господарювання в інвестиційному портфелі,

$E(R_p)$ – норма прибутковості інвестиційного портфелю,

R_i – річний рівень рентабельності для даного суб'єкта,

R – середнє значення для рентабельності портфелю цінних паперів, яке визначається інвестором,

S_i – річний ризик інвестицій для i -ого суб'єкта господарювання, що визначається як стандартне відхилення рентабельності,

S – рівень портфельного ризику, який інвестор згоден прийняти.

Очікувана норма повернення інвестиційного портфелю описується такою формулою:

$$E(R_p) = \frac{\sum_{t=1}^T r_{P,t}}{T} = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n x_i r_{i,t}}{T},$$

Де x_i – частка i -ої акції в портфелі,

$r_{i,t}$ – норма повернення з i -ої акції в портфелі,

i – кількість акцій, що аналізуються.

Висновки. Така модель дозволяє сформувати не тільки інвестиційний портфель з максимальним рівнем доходності, а й найбільш стабільний та такий, що відповідає потребам інвестора. За таких умов моделювання стає більш гнучким і вирішує більш широке коло проблем, ніж класичні постановки задачі формування інвестиційного портфелю. Особливо важливою така модифікація стає в умовах нестабільності ринкової економіки, економічних криз і трансформації економіки в цілому, адже дозволяє мінімізувати вплив трансформаційних процесів на інвестування та рівень потенційних доходів.

Перспективи подальших розробок полягають у формуванні структури фінансових показників, які можуть бути використані при формуванні ТППІ, та детальному аналізі їх впливу на прибутковість інвестиційного портфелю.

Модель може бути використана для формування структури інвестиційного портфелю незалежно від виду діяльності компанії та її масштабіві.

Список використаної літератури

1. Савич О. В. Моделі оцінки прибутковості інвестиційного портфелю: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. ек. наук : спец. 08.00.11 / Савич О. В. – Хмельницький, 2010. – 22 с.

2. Рекуненко І.І. Періодизація розвитку фондового ринку України / І.І. Рекуненко – Вісник СумДУ. Серія “Економіка”, – 2015, №1. – С. 30-42.

3. Закон України «Про депозитарну систему України» № 5178-VI від 06.07.2012: прийнятий 12 жовтня 2013 р. – Електронний ресурс / Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/5178-17>

4. Чепорова Г. Е. Построение инвестиционного портфеля Г. Марковица для украинского фондового рынка. [Електронний ресурс] / Г. Е. Чепорова – [Режим доступу]: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/92506/60-Cheporova.pdf?sequence=1>.

5. Хвостенко В.С., Черкашина Ю.В. Оцінка інвестиційної привабливості акцій фондового ринку України Електронний ресурс / В.С. Хвостенко, Ю.В. Черкашина [Режим доступу]: http://www.rusnauka.com/6_PNI_2013/Economics/4_130171.doc.htm