

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПОРТФЕЛЯ ЦІННИХ ПАПЕРІВ КОМЕРЦІЙНОГО БАНКУ

З проблемою формування оптимального портфеля фінансових інвестицій стикається кожен інвестор. Вкладаючи кошти у цінні папери, кожен інвестор прагне сформувати такий портфель, який би відповідав його вимогам (отримати максимальний дохід, отримати певний дохід за мінімального рівня ризику, вкласти гроші в ліквідні активи або ін.). Теорія формування оптимального портфеля дає змогу визначити, як інвесторам слід розпоряджатися своїми коштами, які співвідношення цінних паперів різних видів та емітентів їм доцільно мати у своєму портфелі.

Першу математичну модель формування оптимального портфеля цінних паперів було запропоновано Гаррі Марковіцем у 1952 році. Зокрема, ним було надано теоретично ймовірнісну формалізацію поняття дохідності та ризику. Це відразу дозволило перевести завдання вибору оптимальної інвестиційної стратегії на математичну мову. Згодом у 1963 році учень Марковіца Уільям Шарп запропонував спрощений метод вибору оптимального портфеля, який зводив задачу квадратичної оптимізації за Марковіцем до лінійної [6]. Створення Шарпом даного методу або так званої однофакторної моделі ринку капіталів (де вперше з'явилися "альфа" і "бета" характеристики акцій) [16] дозволило ще в 70-ті роки використовувати методи портфельної оптимізації на практиці. Тоді ж з'явилися перші пакети програм для вирішення завдань управління портфелем цінних паперів.

Сьогодні модель Марковіца використовується на першому етапі формування портфеля – при розподілі капіталу за різними типами активів (asset allocation), а однофакторна модель Шарпа на другому етапі – коли капітал розподіляється між конкретними активами, що складають вибраний раніше сегмент.

Наприкінці 50-х – поч. 60-х років з'явилися роботи Джеймса Тобіна, присвячені портфельному інвестуванню [17]. Основною темою їх стає аналіз факторів, що спонукають інвестора формувати портфель цінних паперів, а не

тримати капітал у готівково-грошовій або іншій формі [6].

Ще одним вагомим відкриттям в інвестиційній теорії стали роботи: У. Шарпа (1964) [16], Дж. Лінтнера (1965) [13] і Дж. Моссіна (1966) [14], що були пов'язані зі створенням так званої моделі оцінки капітальних активів CAPM (Capital Asset Price Model), що стала своєрідним макроекономічним узагальненням теорії Марковіца. Основним результатом CAPM є встановлення співвідношення між дохідністю і ризиком активу на рівноважному ринку.

У 1977 році Стів Росс запропонував альтернативну модель оцінки капітальних активів – арбітражну модель APM (Arbitrage Pricing Model) [15]. Ця модель базується на принципі, що співвідношення між очікуваною дохідністю і ризиком повинно бути таким, щоб ні один індивідуальний інвестор не міг отримати необмежений дохід від чисто арбітражної угоди.

В літературі зустрічаємо різні погляди щодо практичного застосування розглянутих моделей при портфельному інвестуванні на українському фондовому ринку. Зокрема, на думку Т.І. Лепейка [9, с.213], при формуванні портфеля цінних паперів вітчизняні інвестори можуть скористатися повною мірою лише моделлю Марковіца, а допустимі портфелі моделей Блека, Тобіна-Шарпа-Лінтнера, а також моделі CAPM і APM на українському фондовому ринку практично не працюють,

Вікторія
Гончаренко,
аспірант ДВНЗ
«Київський
національний
економічний
університет імені
Вадима Гетьмана»

БАНКІВСЬКІ ОПЕРАЦІЇ

оскільки містять обмеження, що закладені в основних постулатах. Найвагомішими з них є припущення про існування безризикового активу (портфеля). У світовій практиці еталоном безризиковості є державні облігації, а облігації внутрішньої державної позики цим критеріям не відповідають.

Усе вищесказане щодо теорії оптимального портфеля цінних паперів стосується лише країн Заходу, зокрема США. Але ця теорія викликала великий інтерес і на пострадянському просторі, у тому числі в нашій країні. Серед наукових робіт українських вчених багато таких, що заслуговують на особливу увагу, наприклад [1; 3; 8; 11; 12]. Визначення безпосередньо коштів, потрібних на купівлю різних видів активів, а не оптимальні частки від загальної суми вкладень коштів в активи інвестиційного портфеля, вперше запропонували О.О. Карагодова та Г.Ф. Маслюк [5]. Ця модель, на нашу думку, є вдосконаленням моделі Г. Марковіца тому, що вона має більш прикладний характер.

Л. Жураховська та С. Жураховський у своїй статті [4] використали ігровий підхід для формування оптимального портфеля державних цінних паперів. Основна цінність такого підходу полягає у тому, що він дає змогу побудувати хеджований портфель, дохідність якого суттєво не змінюється при відхиленні фактичної динаміки ставки від прогнозованої.

Велику увагу привертають до себе статті С. Н. Литвиненко та В. І. Піддубного [10]. Вони зробили порівняльний аналіз практичного застосування моделей У. Шарпа і Г. Марковіца в Україні за наявності коротких продаж.

На основі проведеного дослідження вчені дійшли висновку, що якщо використання коваріації емітентів щодо ринкового індексу (в моделі Шарпа) дає змогу отримати оптимальний розв'язок і застосувати його на практиці, то коваріації емітентів щодо один одного (в моделі Марковіца) призводить до різних непередбачуваних змін на нерозвинутому українському фондовому ринку.

Важливий внесок у розвиток альтернативних підходів до оцінки дохідності та ризику зробив В. В. Вітлінський [1]. Серед робіт вітчизняних вчених з цієї проблематики слід відзначити ще такі [2; 7].

І хоча може скластися враження, що методологічна база щодо оптимізації

інвестиційного портфеля створена і існує багато моделей, які є цілком придатними до практичного застосування, необхідність подальших досліджень у цьому напрямку очевидна.

Економіко-математичні моделі оптимізації портфелів цінних паперів комерційного банку

Метою оптимізації портфеля цінних паперів є формування такого портфеля, який би відповідав вимогам його інвестора. Оскільки основні цілі здійснення комерційними банками інвестицій в цінні папери, а також підходи до формування ними портфеля цінних паперів відрізняються від інвестиційних стратегій звичайних підприємств, відповідно і вимоги щодо оптимальної структури їх портфеля цінних паперів є зовсім іншими.

Зокрема, під час визначення оптимальної структури інвестиційного портфеля комерційного банку необхідно врахувати не лише такі основні характеристики, як очікувана дохідність портфеля, рівень сукупного портфельного ризику та ліквідність, але й визначити вплив банківських інвестицій в цінні папери на суму резерву, що підлягатиме формуванню.

В даній науковій статті визначення оптимальної структури портфеля цінних паперів комерційного банку пропонується здійснювати за допомогою методів багатокритеріальної стохастичної оптимізації.

Крім того, варто зазначити, що згідно з нормативними документами Національного банку України цінні папери, у які банки вкладають кошти, залежно від їх характеристики, мети придбання, можливості оцінювання за справедливою вартістю, а також строків утримання, класифікуються до одного з чотирьох портфелів банку:

- торгового портфеля;
- портфеля на продаж;
- портфеля до погашення;
- інвестицій в асоційовані та дочірні компанії.

Оскільки цілі придбання цінних паперів щодо кожного з чотирьох портфелів банку різні, відповідно і економіко-математичні моделі їх оптимізації мають відрізнятися.

У *торговому портфелі* обліковуються цінні папери, придбані банком для перепродажу та переважно з ме-

тою отримання прибутку від коротко-термінових коливань їх ціни або дилерської маржі. До торгового портфеля цінних паперів можуть бути віднесені лише високоліквідні цінні папери. Як правило, до нього включаються цінні папери, що котируються на фондових біржах, придбані банком з метою подальшого перепродажу (тобто здійснення спекулятивних операцій) та не призначені для утримання в портфелі понад 180 днів. Відповідно, завдання оптимізації торгового портфеля комерційного банку має наступний вигляд:

$$\begin{cases} D_{\text{ТП}} = \sum_{i=1}^n D_i * x_i \rightarrow \max \\ L_{\text{ТП}} = \sum_{i=1}^n L_i * x_i \rightarrow \max \\ \sigma_{\text{ТП}}^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n x_i x_j \sigma_{ij} \leq \text{const} \end{cases}$$

де $D_{\text{ТП}}$ – загальна доходність торгового портфеля;

D_i – доходність i -го цінного папера;

x_i – частка i -их цінних паперів в портфелі. Сума всіх часток дорівнює одиниці;
 n – кількість типів цінних паперів (в розрізі видів та емітентів), що включені до портфеля;

$L_{\text{ТП}}$ – загальна ліквідність торгового портфеля;

L_i – ліквідність i -го цінного папера;

$\sigma_{\text{ТП}}^2$ – загальний ризик торгового портфеля;

σ_i^2 – дисперсія норми прибутку i -го цінного папера;

σ_{ij} – коваріація між нормами прибутку i -го та j -го цінних паперів.

Портфель на продаж включає:

- боргові цінні папери з фіксованою датою погашення, які банк не має наміру тримати до настання дати погашення;

- цінні папери, які банк готовий продати у зв'язку зі зміною ринкових відсоткових ставок, виникнення потреби у ліквідних коштах, наявності альтернативних напрямів інвестування;

- акції та боргові цінні папери, за якими неможливо достовірно визначити справедливую вартість;

- фінансові інвестиції в асоційовані та дочірні компанії, які придбані та утримуються виключно для прода-

жу протягом 12 місяців з дати придбання;

- інші цінні папери, придбані для продажу до настання дати їх погашення.

Отже, портфель на продаж формується з цінних паперів, які банк не має наміру тримати до настання дати їх погашення, а купує на короткі строки для подальшого продажу за умови настання сприятливої ринкової кон'юнктури чи виникнення потреби у грошових коштах. Доходи банку формуються як за рахунок різниці між цінами продажу та купівлі цінних паперів (дисконтів, торговельних та комісійних доходів), так і за рахунок отриманих протягом періоду зберігання відсоткових чи дивідендних доходів [5, с. 11].

Оптимальний портфель на продаж визначається наступним чином:

$$\begin{cases} D_{\text{ППр}} = \sum_{i=1}^n D_i * x_i \rightarrow \max \\ \sigma_{\text{ППр}}^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n x_i x_j \sigma_{ij} \rightarrow \min \\ R_{\text{ППр}} = \sum_{i=1}^n R_i * x_i \rightarrow \min \\ L_{\text{ППр}} = \sum_{i=1}^n L_i * x_i \geq \text{const} \end{cases}$$

де $D_{\text{ППр}}$ – загальна доходність портфеля на продаж;

D_i – доходність i -го цінного папера;

x_i – частка i -их цінних паперів в портфелі. Сума всіх часток дорівнює одиниці;
 n – кількість типів цінних паперів (в розрізі видів та емітентів), що включені до портфеля;

$\sigma_{\text{ППр}}^2$ – загальний ризик портфеля на продаж;

σ_i^2 – дисперсія норми прибутку i -го цінного папера;

σ_{ij} – коваріація між нормами прибутку i -го та j -го цінних паперів;

$R_{\text{ППр}}$ – загальна сума резерву за цінними паперами в портфелі на продаж;

R_i – сума резерву за i -м цінним папером;

$L_{\text{ППр}}$ – загальна ліквідність портфеля на продаж;

L_i – ліквідність i -го цінного папера.

До **портфеля до погашення** можуть бути віднесені боргові цінні папери, щодо яких є намір і можливість банку

утримувати їх до строку погашення. Метою придбання цінних паперів у портфель до погашення є одержання доходів за відсотками.

Оптимальний портфель до погашення пропонується розраховувати наступним чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{\text{ППО}}^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n x_i x_j \sigma_{ij} \rightarrow \min \\ R_{\text{ППО}} = \sum_{i=1}^n R_i * x_i \rightarrow \min \\ D_{\text{ППО}} = \sum_{i=1}^n D_i * x_i \geq \text{const} \\ L_{\text{ППО}} = \sum_{i=1}^n L_i * x_i \geq \text{const} \end{array} \right.$$

де $\sigma_{\text{ППО}}^2$ – загальний ризик портфеля до погашення;

σ_i^2 – дисперсія норми прибутку i -го цінного папера;

σ_{ij} – коваріація між нормами прибутку i -го та j -го цінних паперів;

x_i – частка i -их цінних паперів в портфелі. Сума всіх часток дорівнює одиниці;

n – кількість типів цінних паперів (в розрізі видів та емітентів), що включені до портфеля;

$R_{\text{ППО}}$ – загальна сума резерву за цінними паперами в портфелі до погашення;

R_i – сума резерву за i -м цінним папером;

$D_{\text{ППО}}$ – загальна доходність портфеля до погашення;

D_i – доходність i -го цінного папера;

$L_{\text{ППО}}$ – загальна ліквідність портфелю до погашення;

L_i – ліквідність i -го цінного папера.

До *інвестицій в асоційовані та дочірні компанії* належать акції та інші цінні папери з нефіксованим прибутком емітентів, які відповідають визначенням асоційованої або дочірньої компанії банку, за винятком таких цінних паперів, що придбані та/або утримуються виключно для продажу протягом 12 місяців з дати придбання.

Як правило, метою інвестицій в асоційовані та дочірні компанії не є отримання доходу або підтримка рівня ліквідності комерційного банку. Такі інвестиції здійснюються переважно в пов'язані компанії (асоційованої або дочірньої компанії банку) з метою мати суттєвий вплив на їхню діяльність. Враховуючи

зазначене, вважаємо, що оптимізація таких інвестицій не є доцільною.

ВИСНОВКИ

У статті представлено економіко-математичні моделі оптимізації портфельів цінних паперів комерційного банку: торгового, на продаж та до погашення, побудовані за допомогою методів багатокритеріальної стохастичної оптимізації. Автором вперше було запропоновано здійснювати визначення оптимальної структури окремо кожного виду портфеля цінних паперів комерційного банку. Крім того, запропоновані моделі враховують не лише очікувану доходність портфеля та рівень його ризику, а й такі показники як ліквідність портфеля та суму резерву, що підлягатиме формуванню за операціями банку з цінними паперами.

Розглянуті моделі можуть застосовуватись комерційними банками під час аналізу оптимальної структури їх портфельів. Результатом подальших досліджень може стати автоматизація практичного використання запропонованих моделей, у тому числі шляхом застосування різних спеціалізованих програмних комплексів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вітлінський В.В. Аналіз, оцінка і моделювання економічного ризику. – К.: ДЕМІУР, 1996. – 212 с.
2. Вітлінський В.В., Наконечний С. І. Ризик у менеджменті. – К.: ТОВ Борисфен-М, 1996. – 226 с.
3. Гойко А. Ф. Методи оцінки ефективності інвестицій та пріоритетні напрями їх реалізації. – К.: ВІРА-В, 1999. – 320 с.
4. Жураховская Л., Жураховский С. Оптимизация портфеля ОВГЗ – игровой подход // Финансовые риски. – 1996. – № 2. – С. 95-98.
5. Карагодова О., Маслюк Г. Моделирование проблемы оптимизации портфеля цінних паперів // Банківська справа. – 1995. – № 4. – С. 45-47.
6. Касимов Ю.Ф. Основы теории оптимального портфеля ценных бумаг. – М.: Филин, 1998. – 142с.
7. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
8. Костіна Н.І., Алексеев А.А., Василік О.Д. Фінансове прогнозування: методи та моделі. – К.: Товариство «Знання», КОО, 1997. – 183 с.
9. Лепейко Т.И. Методология управления инвестиционными ресурсами финансового рынка: Монография. – Харьков: Изд. ХГЭУ, 2002. – 288 с.

1. *Литвиненко С. Н., Поддубный В. И.* К выбору эффективного инвестиционного портфеля //Фондовый рынок. – 1998. – № 16(74). – С. 18-20.

2. *Ястремський О.І.* Модельовання економічного ризику. – К.: Либідь, 1992. – 176с.

3. *Ястремський О.І.* Основи теорії економічного ризику. – К.: «АРТЕК», 1998. – 235 с.

4. *Lintner J.* The Valuation of Risk Asset and Capital Budgets, Review of Economics and Statistics? February, 1965. PP – 13-27.

5. *Mossin J.* Equilibrium in a Capital Asset Market, *Econometrica* 34(4) October, 1966. PP. 768-783.

6. *Ross S.A.* The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing, *Journal of Economics Theory*, Dec.1976.

7. *Sharp W.F.* A Simplified Model for Portfolio analysis, *Management Science*, January, 1963

8. *Torbin J.* The Theory of Portfolio Selection in F.H. Hahn and F.R.P. Brechling (eds), *The Theory of Interest Rate*, London, Macmillan, 1965. – PP.3-51.

РІЦПУ