

Послайко Н.І.
доцент, к.ф.-м.н.,
доцент ДНУЗТ
Серединський М. Є.
студ. ДНУЗТ

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЕМ ЦІННИХ ПАПЕРІВ НА ОСНОВІ ДВОКРИТЕРІАЛЬНОЇ МОДЕЛІ

Оптимальне управління портфелем фінансових активів - одне з найбільш важливих завдань ухвалення рішень в інвестиційній діяльності на фондовому ринку. У загальному вигляді портфельна оптимізація відноситься не лише до формування портфеля цінних паперів, а охоплює також завдання формування портфеля інвестиційних проектів, кредитного портфеля і так далі.

Вирішення задачі портфельної оптимізації дозволяє фінансовим інститутам якнайкраще розподілити наявні фінансові кошти в цінні папери та зменшити ризик від помилкових рішень, прогнозувати результати економічної діяльності.

Результати дослідження математичних моделей для розв'язання цієї задачі об'єднані в класичну портфельну теорію, важливість якої для світової економіки відзначена Нобелівською премією Марковіцу, Шарпу, Міллеру у 1990 році. Класична теорія була розроблена і широко використовується в рамках розвинутої ринкової економіки, що значно спрощує математичні моделі. Більшість з них формулюється у вигляді постановки «ризик – прибутковість». Американські вчені-економісти Марковіц та Шарп, які є творцями теоретичних концепцій формування та управління портфеля цінних паперів, створили моделі, які успішно працюють в умовах, що склалися у відносно стабільних західних фондових ринків.

Так модель Марковіца базується на тому, що показники прибутковості різних цінних паперів взаємопов'язані: зі зростанням доходності одних паперів спостерігається одночасне зростання і по іншим паперам, треті залишаються без змін, а в четвертих, навпаки доходність знижується [1].

За моделлю Марковіца доходність портфеля цінних паперів – це середньозважена доходність паперів, що складають портфель. Цю середньозважену доходність намагаються максимізувати, при цьому ризик портфеля цінних паперів обмежується певною величиною.

Модель Марковіца раціонально використовувати при стабільному стані фондового ринку [2], коли бажано сформувати портфель з цінних паперів різного характеру, що належать різним галузям.

На відміну від моделі Марковіца, яка розглядає взаємозв'язок доходності цінних паперів, модель Шарпа розглядає взаємозв'язок доходності кожного цінного папера з доходністю ринку в цілому.

Як уже відзначалось, моделі Марковіца та Шарпа були створені та успішно працюють в умовах західних фондових ринків, яким притаманні стабільність і відносна прогнозованість. У країнах з перехідною економікою фондові ринки перебувають на етапі становлення і розвитку. Відбувається постійна реорганізація. Фондовий ринок України не є винятком. У таких умовах застосування моделей

Марковіца і Шарпа приводить до похибок, пов'язаних із нестабільністю котирування цінних паперів та фондового ринку в цілому [3].

З огляду на це було зроблено спробу розробити нову модель розрахунку характеристик фондового портфеля, яка може ефективно працювати в умовах сучасного фондового ринку України - модель Квазі-Шарпа.

Ця модель ґрунтується на взаємозв'язку доходності кожного цінного паперу з деякого набору N цінних паперів з доходністю одиничного портфеля з цих паперів. Під одиничним портфелем цінних паперів розуміють портфель, який складається з усіх цінних паперів, що розглядаються, взятих у рівній пропорції.

Модель Квазі-Шарпа раціонально застосовувати при розгляді порівняно невеликої кількості цінних паперів, що належать до однієї чи кількох галузей. З її допомогою добре підтримувати оптимальну структуру вже існуючого портфеля. Основний недолік моделі – розглядається окремий сегмент фондового ринку, на якому працює агент фондового ринку, без урахування глобальних тенденцій [2].

Окрім зазначених моделей використовуються й інші економіко-математичні моделі, що розроблені для різних постановок задач.

В даній роботі розглядається задача формування та управління портфелем цінних паперів у випадку, коли ставлення інвестора до ризику відрізняється від нейтрального. Найкращий фінансовий портфель доцільно шукати серед ефективних планів двокритеріальної задачі:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{z} = \sum_{j=1}^n \bar{d}_j (a_j - x_j + y_j) - (1+r)v + (1+s)w \rightarrow \max \\ \sigma^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j (a_i - x_i + y_i)(a_j - x_j + y_j) \rightarrow \min(\max) \\ \sum_{j=1}^n (-p_j x_j + q_j y_j) - v + w = I \\ 0 \leq x_j \leq a_j, y_j \geq 0, j = \overline{1, n}; v, w \geq 0. \end{array} \right.$$

Тут n – число напрямів інвестування (видів цінних паперів, якими володіє або може володіти інвестор);

j – номер окремого напрямку інвестування ($j = \overline{1, n}$)

a_j – кількість цінних паперів j -го виду, наявних у інвестора в поточний момент часу;

p_j – ціна реалізації інвестором одного свого j -го цінного паперу (за умови продажу в поточний момент часу);

q_j – ціна придбання інвестором однієї додаткової одиниці j -го цінного паперу в поточний момент часу;

r – процентна ставка за кредит у випадку залучення інвестором у поточний момент часу позикових коштів;

s – ставка банківського депозитного процента;

ρ_{ij} - коефіцієнт кореляції між показниками доходу цінних паперів видів i та j ;

$\sigma_i (\sigma_j)$ – стандартне відхилення доходності одиниці i -го (j -го) цінного паперу ($i, j = \overline{1, n}$);

I – розмір вільного капіталу інвестора в поточний момент часу.

Невідомі величини:

V – розмір позикових коштів, що доцільно залучити інвестору в поточний момент часу для переформування свого фінансового портфеля;

w – залишок вільного капіталу інвестора після переформування ним свого фінансового портфеля. Передбачається, що цей залишок буде розміщений на депозитному рахунку з процентною ставкою S ;

x_j – кількість цінних паперів j -го виду (із наявних у інвестора), що підлягають реалізації в поточний момент часу;

y_j – кількість цінних паперів j -го виду, що інвестору доцільно придбати в поточний момент часу;

σ^2 – дисперсія випадкової величини доходу з фінансового портфеля інвестора розраховується за формулою для дисперсії лінійної функції випадкових величин;

Z – загальний очікуваний дохід фінансового портфеля інвестора.

Некеровані параметри:

$\bar{d}_j$ – очікуване значення доходу, який забезпечуватиме у плановому періоді один цінний папір j -го виду.

Оптимізаційна спрямованість показника σ^2 (до мінімуму або, навпаки, до максимуму) відповідає типу ставлення до ризику конкретного інвестора (несхильності або, навпаки, схильності). На основі моделі Шарпа математично обґрунтована взаємозалежність доходності та ризику: чим більший ризик, тим вища дохідність цінного папера.

Умова

$$\sum_{j=1}^n (-p_j x_j + q_j y_j) - v + w = I,$$

яка фігурує в постановці задачі, може бути представлена в наступному вигляді:

$$I + \sum_{j=1}^n p_j x_j + v = \sum_{j=1}^n q_j y_j + w.$$

Це умова дотримання фінансового балансу при переформуванні фінансового портфеля – наявний вільний капітал плюс капітал, виручений від продажу власних цінних паперів, плюс позиковий капітал у сумі дорівнюють витратам на придбання нових фінансових активів плюс новий залишок вільного капіталу інвестора.

Багатокритеріальним задачам та методам їх розв'язування присвячені, зокрема, монографії [4-8].

У загальному вигляді багатокритеріальну задачу розглядають як задачу одночасної оптимізації декількох цільових функцій на заданій множині допустимих планів:

$$\left. \begin{array}{l} y_k = f_k(x) \rightarrow \text{opt}, k = \overline{1, p} \\ x \in X \end{array} \right\},$$

де p – кількість цільових функцій, що підлягають оптимізації;

f_k – окрема k -та функція з критеріального набору ($k = \overline{1, p}$);

X – множина допустимих планів, окремий елемент якої позначено через x .

Допустимі плани порівнюються співставленням їх оцінок, причому оцінка довільного допустимого плану багатокритеріальної задачі є векторною: $y = (y_1, \dots, y_p)$.

Виявляється, що дослідження багатокритеріальної задачі та опрацювання методики багатокритеріальної оптимізації зручно проводити, якщо поряд з вихідною багатокритеріальною задачею розглядати таку допоміжну однокритеріальну задачу:

$$\left. \begin{array}{l} u = \sum_{k=1}^p \alpha_k f_k(x) \rightarrow \max \\ f_k(x) \{ \geq \leq \} \zeta_k, k = \overline{1, p}, \\ x \in X \end{array} \right\},$$

де α_k, ζ_k – деякі дійсні числа, причому знаки перших з них, а також знаки нерівностей у критеріальних обмеженнях узгоджуються з оптимізаційною спрямованістю (до максимуму або, навпаки, до мінімуму) відповідних цільових функцій.

Узагальнена методика багатокритеріальної оптимізації складається з ряду етапів, які детально викладені в [9].

Розв'язок задачі формування та управління портфелем цінних паперів визначається тією з її ефективних оцінок $(\bar{z}^*, \sigma^{2*})$, що найбільшою мірою відповідає побажанням інвестора. Процедuru пошуку цього розв'язку здійснено з використанням узагальненої методики багатокритеріальної оптимізації в програмному середовищі Maple. Maple надає зручне середовище для комп'ютерних експериментів, в ході яких випробовуються різні підходи до розв'язування задачі, аналізуються окремі рішення.

Розроблений програмний продукт підвищить ефективність формування такого портфелю цінних паперів, який би відповідав вимогам інвестора як за прибутками, так і за ризиком. Визначивши для себе структуру портфеля, інвестор займає по відношенню до ринку як би статичну позицію і може зберігати її досить довго, якщо сам ринок зберігає загальну динаміку і внутрішні пропорції. Разом з тим при різких змінах у ринковій ситуації або несподіваних зрушення в доходах і курсах конкретних паперів, інвестор може терміново відкоригувати свій портфель.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Пересада А. А. Інвестиційний процес в Україні / А.А. Пересада. –

К.:«Видавництво Лібра» ТОВ, 1998. – 392 с.

2. Уильям Ф. Шарп Инвестиции / Уильям Ф. Шарп, Гордон Дж. Александер, Джефри В. Бейли. – М.:ИНФРА-М, 1998. – 1024 с.

3. Алексей Рухлов Принципы портфельного инвестирования. Финансы. Ценные бумаги / Алексей Рухлов – М.: ИНФРА-М, 2003. – 125 с

4. Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Кини Р.Л., Райфа Х. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.

5. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений / Ларичев О.И. – М.: Наука, 1979.– 200 с.

6. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / Подиновский В.В., Ногин В.Д. – М.: Наука, 1982. – 256 с.

7. Полищук Л.И. Анализ многокритериальных экономико-математических моделей / Полищук Л.И. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1989. – 352 с.

8. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения / Р. Штойер. – М.: Радио и связь, 1992. – 504 с.

9. Кігель В.Р. Узагальнена методика багатокритеріальної оптимізації економічних рішень / В.Р. Кігель // Моделювання та інформаційні системи в економіці: Міжвідом. наук. зб. Вип. 64. – К: КНЕУ, 2000. – 195 с.