

Рис. 3 – Факторная область рациональных значений внесения компонентов сухой смеси мука пшеничная-порошок топинамбура

Литература

1. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
2. Дерканосова, Н.М. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств. Практикум: учеб. пособие /Н.М. Дерканосова, А. А. Журавлев, И. А. Сорокина; Воронеж. Гос. технол.акад. – Воронеж : ВГТА, 2011. – 196 с.
3. Серафимов Л.А. Роль математики в химии и химической технологии // Л.А. Серафимов, А.К. Фролова, В.С.Тимофеев; Вестник МИТХТ, 2010, т. 5, № 6. – С.3-8.

УДК 519.8

ПРЯМА ТА БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

**Зайченко Ю.П., д-р. техн. наук., професор, Сидорук І. А., студентка
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
Навчально-науковий комплекс «Інститут прикладного системного аналізу», м. Київ**

В роботі досліджується проблема формування оптимального інвестиційного портфеля. Зокрема, розглянуто нечітко-множинний підхід (пряма та багатокритеріальна задачі), наведено та проаналізовано результати дослідження для найбільш впливових російських компаній («блакитних фішок»).

The problem of forming an optimal investment portfolio is considered in this article. In particular, fuzzy sets method was considered (direct and multicriterion problem), the results of research were presented and analyzed for the most influential Russian companies ("blue chip share").

Ключові слова: інвестиційний портфель, нечітко-множинний підхід, цінні папери (ЦП), функція приналежності, прибутковість, ризик, невизначеність.

Вступ. Задача ефективного розміщення інвестиційних ресурсів та грамотного управління інвестиційною діяльністю підприємств є особливо актуальною в сучасних умовах глибоких економічних змін та невизначеності, зумовлених фінансовою кризою економіки України, оскільки саме інвестиції виступають найважливішим засобом забезпечення умов виходу з економічної кризи та надійним механізмом соціально-економічних перетворень, формують виробничий потенціал на новій науково-технічній основі, що неодмінно призводить до підвищення якісних показників господарської діяльності.

Ефективні рішення про інвестування базуються на добре організованій інформації, яка може забезпечити глибоку і всебічну оцінку. Відсутність необхідної інформації про ситуацію на фондовому ринку і суміжних з ним галузях економіки, а також адекватної її обробки є однією з найгостріших проблем розвитку ринку цінних паперів та інтенсивної інвестиційної діяльності. Таким чином, у світлі явної недоста-

тності наявних наукових методів для управління фінансовими активами, потрібна була розробка принципово нової теорії управління фінансовими системами, що функціонують в умовах істотної невизначеності. У разі застосування нечітких чисел до прогнозу параметрів від особи, що приймає рішення, потрібно не формувати точкові ймовірності оцінки, а задавати розрахунковий коридор значень прогнозованих параметрів. Тоді очікуваний ефект оцінюється експертом так само, як нечітке число зі своїм розрахунковим розкидом (ступенем нечіткості).

Проблема невизначеності обумовлює застосування в роботі нечітко-множинного підходу, де:

1. Ризик портфеля — це не його волатильність, а можливість того, що очікувана прибутковість портфеля виявиться нижчою за деяку встановлену планову величину.

2. Кореляція активів в портфелі не розглядається і не враховується.

3. Прибутковість кожного активу — це не випадкове нечітке число (наприклад, трикутного або інтервального вигляду). Аналогічно, обмеження на дуже низький рівень прибутковості може бути як звичайним скалярним, так і нечітким числом довільного вигляду.

Постановка задачі

Нехай є фондовою портфель з N активів на інтервалі $[0, T]$. Прогнозний перформанс кожної з компонент портфеля $i = 1, \dots, N$ на момент T характеризується своєю фінальною розрахунковою прибутковістю r_i (оціненою в точці T як відносне збільшення ціни активу за період). Оскільки прибуток від ЦП випадковий, його точне значення в майбутньому невідомо, а ймовірнісний опис такого сорту випадковості не цілком коректний, то в якості опису прибутковості доречно використовувати трикутні нечіткі числа, моделюючи експертне висловлювання наступного вигляду:

«Прибутковість ЦП після закінчення терміну володіння очікувано рівна \bar{r} і знаходиться в розрахунковому діапазоні $[r_1; r_2]$ ».

Таким чином, для i -ого ЦП маємо:

\bar{r}_i — очікувана прибутковість по i -ого ЦП;

r_{i1} — нижня межа прибутковості i -ого ЦП;

r_{i2} — верхня межа прибутковості i -ого ЦП;

$r_i = (r_{i1}, \bar{r}_i, r_{i2})$ — прибутковість i -ого ЦП, трикутне нечітке число.

Потрібно визначити структуру портфеля, яка забезпечить оптимальний рівень прибутковості та ризику. Розглянемо пряму та багатокритеріальну задачу оптимізації.

Пряма задача оптимізації

Для визначення структури оптимального портфеля потрібно знайти розв'язок наступної оптимізаційної задачі: $\{x_{opt}\} = \{x\} \mid r \rightarrow \max, \beta = \text{const}$, де r — прибутковість портфеля, β — рівень ризику,

а x задовольняє умовам $\sum_{i=1}^N x_i = 1, x_i \geq 0$. Прибутковість портфеля визначається за формулою

$r = (r_{\min} = \sum_{i=1}^N x_i r_{i1}; \bar{r} = \sum_{i=1}^N x_i \bar{r}_i; r_{\max} = \sum_{i=1}^N x_i r_{i2})$, де $(r_{i1}, \bar{r}_i, r_{i2})$ — прибутковість i -го цінного паперу.

Таким чином, отримуємо наступну задачу оптимізації:

$$\tilde{r} = \sum_{i=1}^N x_i \tilde{r}_i \rightarrow \max, \beta = \text{const}, \sum_{i=1}^N x_i = 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, N}. \quad (1)$$

Потрібно знайти розв'язок оптимізаційної задачі (1), де β визначається з формул (2) — (4).

$$\beta = \begin{cases} 0, & \text{при } r^* < r_{\min} \\ R \left(1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \ln(1 - \alpha_1) \right), & \text{при } r_{\min} \leq r^* < \tilde{r} \\ 1 - (1 - R) \left(1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \ln(1 - \alpha_1) \right), & \text{при } \tilde{r} \leq r^* < r_{\max} \\ 1, & \text{при } r^* \geq r_{\max} \end{cases}. \quad (2)$$

де

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0, & \text{при } r^* < r_{\min} \\ \frac{r^* - r_{\min}}{\tilde{r} - r_{\min}}, & \text{при } r_{\min} \leq r^* < \tilde{r} \\ \frac{r_{\max} - r^*}{r_{\max} - \tilde{r}}, & \text{при } \tilde{r} \leq r^* < r_{\max} \\ 0, & \text{при } r^* \geq r_{\max} \end{cases} \quad (3)$$

$$R = \begin{cases} \frac{r^* - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}}, & \text{при } r^* < r_{\max} \\ 1, & \text{при } r^* \geq r_{\max} \end{cases} \quad (4)$$

Багатокритеріальна задача оптимізації

Для того, щоб визначити структуру оптимального портфеля потрібно вирішити наступну задачу: $\{x_{opt}\} = \{x\} \mid r \rightarrow \max, \beta \rightarrow \min$, де r та β визначаються з формул (2) — (4), а x задовольняє умові $\sum_{i=1}^N x_i = 1, x_i \geq 0$.

Прибутковість портфеля $r = (r_{\min} = \sum_{i=1}^N x_i r_{1i}; \tilde{r} = \sum_{i=1}^N x_i \tilde{r}_i; r_{\max} = \sum_{i=1}^N x_i r_{2i})$, де $(r_{1i}, \tilde{r}_i, r_{2i})$ — прибутковість i -го ЦП.

Для спрощення задачі приведенемо її до однокритеріальної. Для цього пронормуємо значення прибутковості наступним чином: $\tilde{r}_H = \frac{r_{\max}^1 - \tilde{r}}{r_{\max}^1 - r_{\min}^1}$, $\tilde{r}_H \in [0; 1]$, де r_{\max}^1, r_{\min}^1 — відповідно максимальне та мінімальне значення прибутковості компонент портфеля.

Таким чином, отримуємо оптимізаційну задачу в такому вигляді:

$$\begin{aligned} \{w_1 \tilde{r}_H + w_2 \beta(x)\} &\rightarrow \min \\ w_1 \geq 0, w_2 \geq 0, w_1 + w_2 &= 1. \\ \sum_{i=1}^N x_i &= 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, N} \end{aligned} \quad (5)$$

Потрібно знайти розв'язок оптимізаційної задачі (5), де β визначається з формул (2) — (4).

Знайдені $x_i \geq 0$ і будуть шуканою структурою портфеля.

Аналіз результатів

Для аналізу результатів розглянемо портфель, що складатиметься з акцій впливових російських компаній, зокрема ВАТ «Газпром» (GAZP), ВАТ «Норильський нікель» (GMKN), ВАТ «Лукойл» (LKON), ВАТ «РусГідро» (HYDR), ВАТ «Поліус Золото» (PLZL), ВАТ «Роснафта» (ROSN), ВАТ «Сбербанк Росії» (SBERP). Виходячи із стану фондового ринку за період з 01.11.2010 р. до 17.12.2010 р. робимо висновки про прибутковість акцій:

- прибутковість акцій GAZP лежить в розрахунковому коридорі [-0,01658; 0.101458], найбільш очікуване значення прибутковості 0,018223;
- прибутковість акцій GMKN лежить в розрахунковому коридорі [-0,00168; 0,098007], найбільш очікуване значення прибутковості 0,02428;
- прибутковість акцій HYDR лежить в розрахунковому коридорі [-0,01531; 0,027094], найбільш очікуване значення прибутковості 0,00567;
- прибутковість акцій LKON лежить в розрахунковому коридорі [-0,4548; 0,076042], найбільш очікуване значення прибутковості 0,000548;
- прибутковість акцій PLZL лежить в розрахунковому коридорі [-0,03024; 0,088158], найбільш очікуване значення прибутковості 0,023299;

— прибутковість акцій ROSN лежить в розрахунковому коридорі [0,02349; 0,052722], найбільш очікуване значення прибутковості -0,01%;

— прибутковість акцій SBERP лежить в розрахунковому коридорі [-0,42907; 0,036324], найбільш очікуване значення прибутковості -0,05083.

Нехай рівень критичної прибутковості дорівнює 2 %. Змінюючи рівень ризику отримуємо результати, представлені в таблицях 1, 2 і на рис. 1.

Таблиця 1 – Структура оптимального портфеля (пряма задача)

GAZP	GMKN	HYDR	LKOH	PLZL	ROSN	SBERP
0,00291	0,9851	0,0025	0,00204	0,00301	0,0028	0,0016
0,0199	0,9165	0,0133	0,01139	0,01942	0,0096	0,0099
0,01623	0,9163	0,007	0,00497	0,01602	0,003	0,0365
0,00877	0,9146	0,0049	0,00473	0,0098	0,0033	0,0538
0,00417	0,8912	0,0068	0,0092	0,00105	0,0144	0,0732
0,00253	0,8742	0,0013	0,00243	0,00202	0,0076	0,1099
0,00031	0,8398	0,0027	0,00014	0,00243	0,0035	0,1511
0,00102	0,7934	0,0017	0,00102	0,00009	0,0027	0,2002
0,00303	0,721	0,002	0,00223	0,00162	0,0022	0,268

Таблиця 2 – Прибутковість оптимального портфеля (пряма задача)

Очікувана прибутковість	Нижня границя	Верхня границя	Рівень ризику
0,02395	-0,0027	0,09754	0,1
0,02255	-0,0077	0,09565	0,2
0,02108	-0,0183	0,09491	0,3
0,01985	-0,0255	0,09402	0,4
0,01792	-0,0339	0,09216	0,5
0,01567	-0,049	0,09073	0,6
0,01276	-0,0664	0,08832	0,7
0,00909	-0,0874	0,0854	0,8
0,00397	-0,1165	0,08119	0,9

Представимо залежність «прибутковість — ризик» графічно.

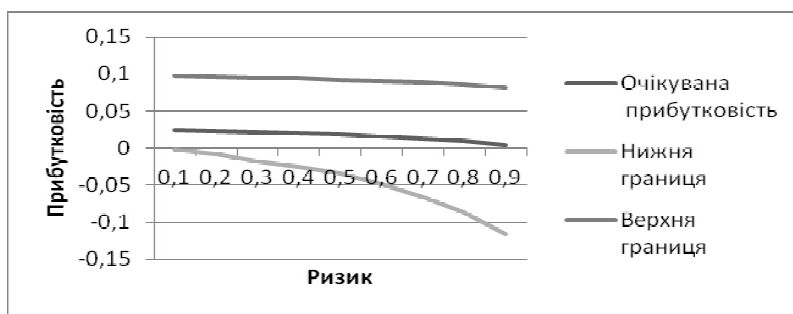


Рис. – 1 Залежність прибутковості портфеля від рівня ризику (пряма задача)

Як можна відмітити з наведеного графіку, залежність «прибутковість — ризик» набуває спадаючого характеру, чим більше ризик — тим менша прибутковість. Це пояснюється тим, що в нечітко-можинному методі під ризиком розуміється ситуація, коли очікувана прибутковість портфеля виявля-

ється нижчою за заданий критичний рівень. Із зниженням очікуваної прибутковості зростає ризик того, що прибуток від портфельних інвестицій опиниться менше критичного значення.

Тепер розглянемо результати, отримані при вирішенні багатокритеріальної задачі. В даному випадку інвестор має змогу задавати значення вагових коефіцієнтів цільової функції. Нехай рівень критичної прибутковості 2 %. Отримані результати представлені в таблицях 3,4 та на рис. 2.

Таблиця 3 – Структура оптимального портфеля (багатокритеріальна задача)

GAZP	GMKN	HYDR	LKOH	PLZL	ROSN	SBERP
0,01802	0,913	0,0165	0,01601	0,0194	0,0163	0,0008
0,01709	0,9111	0,0165	0,01645	0,01996	0,0175	0,0015
0,01517	0,9127	0,0154	0,01583	0,01947	0,0177	0,0038
0,01416	0,9092	0,0152	0,01603	0,01971	0,0186	0,0071
0,0131	0,9065	0,0149	0,01612	0,01979	0,0193	0,0103
0,01199	0,9045	0,0145	0,0161	0,0197	0,0199	0,0133
0,00989	0,9082	0,0131	0,01512	0,01866	0,0196	0,0154
0,00963	0,9025	0,0135	0,01573	0,01906	0,0206	0,019
0,00838	0,9024	0,0128	0,01539	0,01852	0,0208	0,0217

Таблиця 4 – Прибутковість та ризик оптимального портфеля (багатокритеріальна задача)

Очікувана прибутковість	Нижня границя	Верхня границя	Рівень ризику	w1
0,02285	-0,0041	0,09557	0,1747	0,1
0,02275	-0,0045	0,09546	0,1779	0,2
0,02262	-0,0054	0,0954	0,1879	0,3
0,02234	-0,0068	0,09515	0,2011	0,4
0,02209	-0,0082	0,09494	0,2139	0,5
0,02185	-0,0095	0,09475	0,2262	0,6
0,02177	-0,0102	0,09476	0,2363	0,7
0,02144	-0,0118	0,09444	0,2501	0,8
0,02126	-0,0129	0,09432	0,2618	0,9

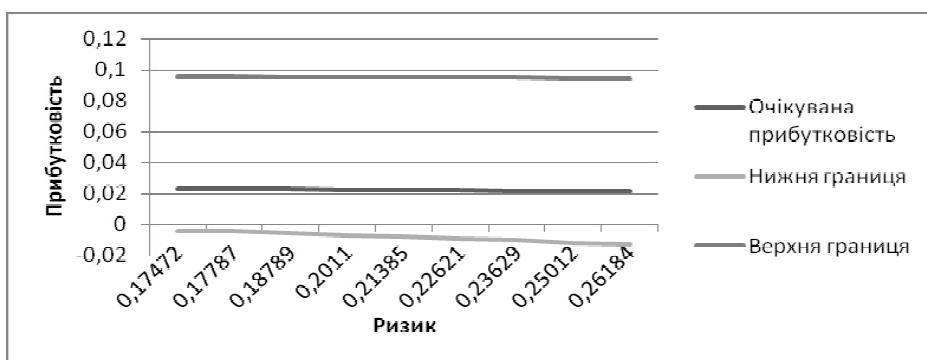


Рис. 2 – Залежність прибутковості портфеля від рівня ризику (багатокритеріальна задача)

З рис. 2 можемо переконалися, що залежність «прибутковість — ризик» знову набуває спадаючого характеру. Крім цього, зі збільшенням вагового коефіцієнту w_1 прибутковість портфеля падає, а рівень ризику зростає. Таким чином, інвестор може регулювати рівень ризику та прибутковості, змінюючи вагові коефіцієнти цільової функції. Це робить систему гнучкою в використанні і дозволяє приймати швидкі та ефективні рішення.

Висновки

Основне питання на якому сфокусована робота — дослідження та аналіз якісно нового підходу до управління фондовим портфелем, заснованого на застосуванні теорії нечітких множин.

В даній роботі було розглянуто пряму та багатокритеріальну задачу. В прямій задачі оптимальний портфель отримуємо шляхом максимізації його прибутковості при фіксованому рівні ризику та критичної прибутковості. При цьому вхідними даними є прибутковості компонент портфеля, задані нечіткими числами трикутного вигляду. В багатокритеріальній задачі оптимальний портфель формується шляхом одночасної максимізації прибутковості та мінімізації ризику. При цьому задаємо рівень критичної прибутковості та значення вагових коефіцієнтів цільової функції, що дає змогу враховувати відношення інвестора до кожного з критеріїв оптимізації.

На основі розглянутих задач було створено програмний продукт, що дозволяє автоматизувати процес пошуку оптимального рішення і надає можливість здійснювати науково-обґрунтоване управління своїм інвестиційним портфелем з можливістю відкидання планових збитків від володіння переоціненими або ризикованими активами, що підвищує ефективність бізнесу.

В подальших дослідженнях планується вдосконалити існуючу систему можливістю прогнозування прибутковості акцій за допомогою нечіткого методу урахування аргументів (НМГУА) і на основі отриманих результатів будувати оптимальний інвестиційний портфель.

Література

1. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах — К.: Слово, 2008. — 344 с.
2. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій [Текст]: підручник / Юрій Петрович Зайченко. — К.: Слово, 2006. — 816 с.
3. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций [электронный ресурс] — Режим доступа: logic-bratsk.ru/radio/fuzzy/nedosek/book23.pdf
4. Сайт фондової біржі РТС [електронний ресурс] – Режим доступа: <http://www.rts.ru/>

УДК 519.8

ПОРІВНЯННЯ РОЗРАХУНКУ ВАРТОСТІ РЕКЛАМНОЇ КАМПАНІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОГО МЕТОДУ ГРУПОВОГО УРАХУВАННЯ АРГУМЕНТІВ (НМГУА) ТА МНОЖИННОЇ РЕГРЕСІЇ (МР)

**Зайченко О.Ю., д-р. техн. наук, професор, Мізерака М. Ю., студентка
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
Навчально-науковий комплекс «Інститут прикладного системного аналізу», м. Київ**

Розглянуто проблему розрахунку вартості рекламної кампанії із використанням нечіткого методу групового урахування аргументів (НМГУА) і множинної регресії (МР). Вона є актуальною та перспективною для успішного просування споживацьких товарів та розвитку ринкової економіки.

The problem of calculating of the cost of advertising campaign using fuzzy group method of data handling (Fuzzy GMDH) and multiple regression (MR) was considered. It's an actual and perspective for successful promotion of consumer goods and the market economy development.

Ключові слова: нечіткий метод групового урахування аргументів (НМГУА), GRP (gross rating point), рекламний ролик, телеперегляд, рейтинг.

Вступ

Сьогодні реклама є невід'ємною частиною нашого життя і в певній мірі якоїсь культури. Вона втручається в життя кожної людини, керуючи нею у більшості випадків на підсвідомому рівні. Основним рекламним носієм для ефективного просування товарів і послуг масового споживання є найдоступніший засіб масової інформації (ЗМІ) – телебачення (ТБ). Для досягнення максимальної ефективності реклама на ТБ вимагає ретельної і продуманої підготовки, тут немає місця випадковостям. Особливість розміщення реклами тут полягає в тому, що на більшості каналів платять не за хвилину ролика, а за відсоток цільової аудиторії, який побачить ваше рекламне повідомлення. Цьому відсотку відповідає один пункт