

Михальський В.В.,
кандидат економічних наук,
доцент кафедри економіки
Національного авіаційного університету

ФОРМУВАННЯ СУБОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ НА СВІТОВИХ ФІНАНСОВИХ РИНКАХ

Запропоновано дві моделі вибору субоптимального портфеля в умовах динаміки інвестиційних потоків. Розроблено програмно-орієнтований комплекс, поданий у вигляді “дерева цілей” і побудований за принципом декомпозиції. Наведено економіко-математичну модель вибору інвестиційного портфеля, побудовану за методом Монте-Карло.

Grounding on peculiarities of gold prices behavior, its nature and financial assets, the author works out a program oriented complex, which is represented as “a tagged tree” and is built according to decomposition principles positions. As an example the author offers a model of investments portfolio, according to the Monte-Carlo method.

Ключові слова: золото, фінансові активи, програмно-орієнтований комплекс, економіко-математичне моделювання.

Сьогодні в умовах глобалізації світової фінансової системи сформувати інвестиційний портфель досить складно. Адже перед інвестором постає подвійне завдання: нейтралізувати збитки й отримати максимальний дохід від активів, що становлять портфель, і при цьому уникнути чи принаймні мінімізувати втрати. Згідно з принципами формування портфеля його можна сформувати орієнтованим на зростання чи на дохід або консервативним. Для цього широко використовують математичні методи, які дають змогу формалізувати процес вибору ефективного портфеля, а потім, застосовуючи субоптимальний підхід, визначити перелік фінансових інструментів, що відповідали б визначеному критерію. При цьому внаслідок неоднозначної цінової поведінки окремих активів (наприклад, ціна золота зростає при зниженні вартості цінних паперів чи депозитна ставка перебуває у зворотній пропорції до прибутковості облігацій) інвестору потрібно вибирати між прибутковістю й ризиком або між часом і ризиком.

Перше припущення щодо використання математичних методів у економіці висловив у XVIII ст. А. Сміт. Він, зокрема, зазначав, що економічна теорія може бути предметом формального аналізу на основі моделей атомізованої поведінки окремих суб'єктів. Основи використання математичного моделювання у XX ст. заклав В. Шарп.

У наш час питання щодо моделювання структури інвестиційного портфеля, а також поведінки окремих видів активів у різних фінансових ситуаціях досліджували у своїх працях такі зарубіжні економісти, як С. Господарчук, А. Лещенко, І. Наталуха. Проте вони не розглядали золото як фінансовий актив, що збереже дохідність портфеля. Вплив властивостей дорогоцінного металу у кризових і позакризових ситуаціях вперше дослідив Р. Скот-Рам, об'єднавши фондові активи й золото в єдиний портфель. Щоправда недовіком його моделювання стало

дослідження комбінації золота лише з державними фондовими активами та індексом Standard & Poors 500. Разом із тим, на фінансовому ринку крім зазначених активів широко використовуються й інші — деривативи, кредитні й депозитні ресурси, а також валютні надходження.

В Україні вибір структури інвестиційного портфеля з використанням економіко-математичних моделей майже не практикується. Тому автором зроблено спробу, по-перше, розробити програмно-орієнтований комплекс, що використовує існуючі й новітні моделі для формування інвестиційного портфеля на світовому та національному фінансових ринках¹, по-друге, — побудувати економіко-математичну модель, застосовуючи яку інвестор може комплектувати портфель фінансовими активами різних класів і видів.

У загальному вигляді структуру програмно-орієнтованого комплексу можна подати як “дерево цілей” з особливостями еталонного й інвестиційного портфелів, що треба сформувати, особливостями обробки даних та переліком вимог і пропозицій (рис. 1).

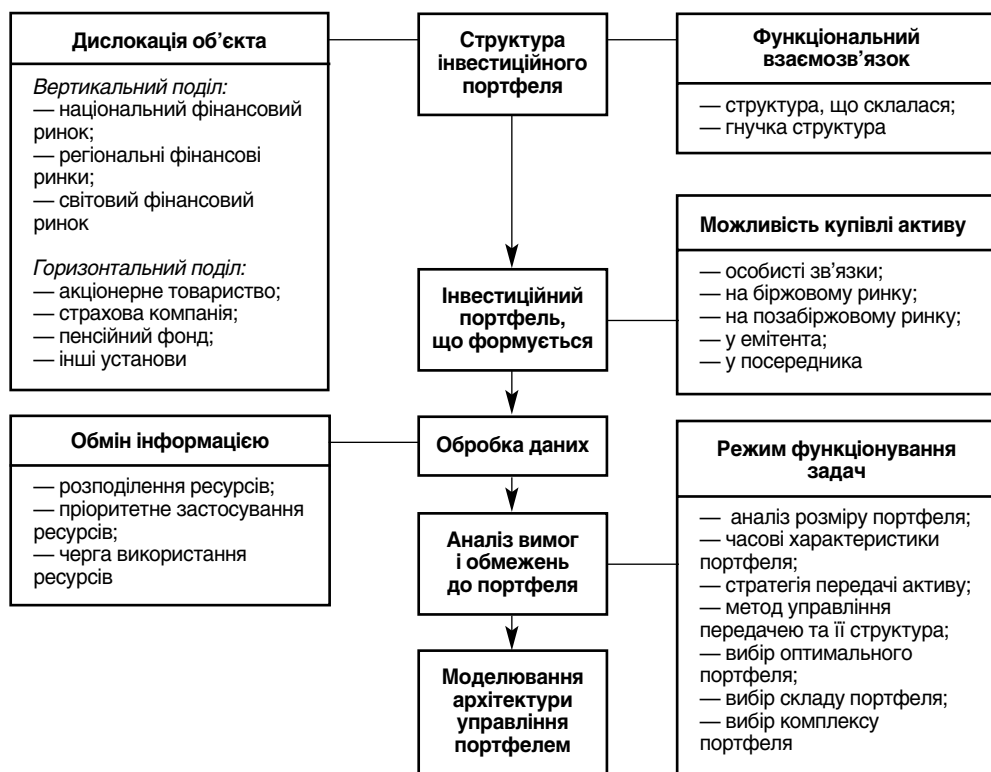


Рис. 1. Загальна структурна схема “дерева цілей”

¹ Михальський В.В. Економіко-математична модель вибору фінансового активу для забезпечення сталого розвитку економіки // Науковий вісник Державної академії статистики, обліку та аудиту. — К.: Держ. акад. статистики, обліку та аудиту. — 2005. — № 4. — С. 46—53.

Для побудови економіко-математичної моделі вибору інвестиційного портфеля в умовах нечіткості вхідних даних було використано такі вхідні передумови й матеріали:

- вхідна реально існуюча інформація з американської та українських бірж;
- субоптимізаційний програмно-орієнтований комплекс вибору інвестиційного портфеля;
- запропонований варіант економіко-математичної моделі вибору складу інвестиційного портфеля.

Вхідними даними для дослідження обрано:

- активи, що котируються на трьох біржах: американській NYSE і двох українських фондових біржах ПФТС і УФБ;
- дані похідних цінних паперів, узяті зі спеціалізованої української біржі УМВБ;
- інформацію про американські похідні цінні папери, взяті з біржових звітів "Wall Street Journal";
- статистичні дані про депозити з річних звітів за 2008 рік ПриватБанку, банку Надра, Райффайзенбанку Аваль, а також за 2009 рік американських банків AVN AMRO і Bank of American Corporation.

Усі вхідні дані становлять надлишковий масив, із якого було проведено вибір складу портфеля в умовах динаміки інвестиційних потоків.

Придатність розробленої математичної моделі та її адекватність перевірялися методом порівняння з реальними даними моделі SAEP². Отримані результати й результати реального об'єкта поєднувалися й упорядковувалися через збільшення випадкових чисел. При цьому фіксувалося, до якої з вибірок належить елемент об'єднаної вибірки.

Оцінка адекватності моделі є обов'язковим етапом моделювання. Для доказу адекватності моделі реальному об'єкту застосовується метод порівняння реальних і даних, отриманих у результаті моделювання за аналогічних умов. Коли оцінка двох вибірок випадкових величин належить одній генеральній сукупності, то ми отримуємо суворий, з математичної точки зору, доказ адекватності моделі реальним процесам. З допомогою критерію Уїлксона-Манна-Уїтні (U-критерій) можна порівняти вибірки двох випадкових величин, причому вибраний критерій є ранговим і не потребує використання законів розподілу досліджуваних вибірок.

Результати перевірки за U-критерієм доводять адекватність розробленої моделі з рівнем значущості $\alpha = 0,021$.

Для визначення кількості реалізацій моделі було проведено 10 циклів досліджень із різними випадковими величинами. Отримана вибірка (R_{\min} — мінімальний ризик) піддавалася статистичній обробці для визначення законів розподілу.

Результати вибірки емпіричних і теоретичних значень величин було піддано статистичній обробці, а знайдені значення з вірогідністю 0,99 визначають закон

² *Scott-Ram R. Managing portfolio risk with gold: [Електр. пєсупс]. — http://www.gold.org/assets/file/pr_archive/pdf/danapoint%20-%20press%20release.pdf.*

розподілу. Дані експерименту не суперечать припущенню, згідно з яким функція має нормальний закон розподілу.

За нормального закону розподілу модельованої випадкової величини кількість реалізацій (N) визначається як:

$$N = \frac{t_{\alpha}^2 \cdot \sigma^2}{\epsilon^2},$$

де α — рівень значущості;

t_{α} — значення з таблиць нормального розподілу при заданому α ;

σ — середньоквадратичне відхилення;

ϵ — точність моделювання.

Кількість реалізацій для вищезазначеного інтервалу значень нормального закону розподілу наведено в табл. 1. На основі отриманих результатів ми побудували графік, що відображає залежність між кількістю реалізацій і нормально розподіленою випадковою величиною моделювання (рис. 2). Шуканий час моделювання розташовано на увігнутій ділянці кривої. Для нашої економіко-математичної моделі він становить $T_{MODD} = 117$ с.

Таблиця 1. Визначення часу моделювання, T_{MODD}

$DX = 1,3087 \cdot 10^{-2}$					
ϵ	t_{α}	ϵ^2	t_{α}^2	$t_{\alpha}^2 \cdot \sigma^2$	N, c
0,005	2,807	0,000025	7,8790	0,1031	4124,5
0,010	2,576	0,001	6,6360	0,0868	888,4
0,020	5,325	0,004	5,4100	0,7080	177,0
0,050	1,960	0,0025	3,8416	0,0503	20,1

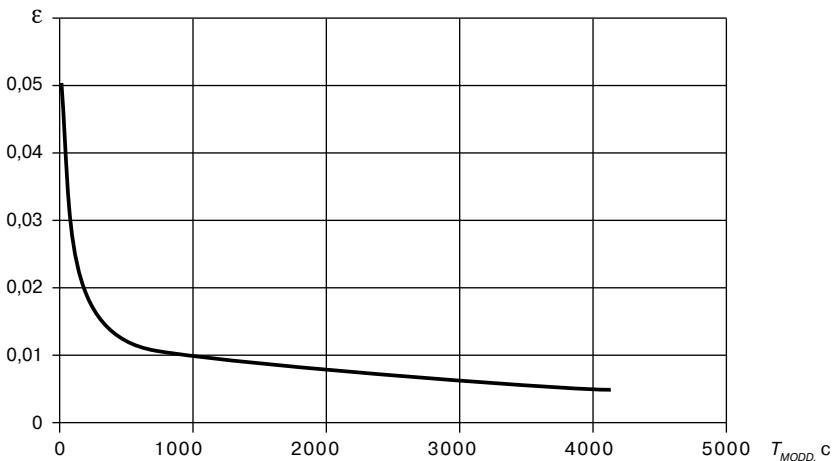


Рис. 2. Визначення часу моделювання для економіко-математичної моделі вибору субоптимального інвестиційного портфеля

Для дослідження було виділено низку якісних і кількісних показників, які прямо й непрямо впливають на вартість інвестиційного портфеля, на прикладі лістингу біржі NYSE (табл. 2).

Таблиця 2. Два варіанти складу інвестиційного портфеля на базі активів, що котируються на біржі NYSE

Характеристики інвестиційного портфеля	Портфель без золота		Портфель із золотом	
	Базовий варіант	Запропонований варіант	Базовий варіант	Запропонований варіант
Максимальна дохідність (D_{max}), %	18,0	17,0	18,9	18,6
Мінімальний ризик (R_{min}), %	2,2	2,5	1,9	2,1
Вартість портфеля (SD), млн дол. при визначеному D_{max}	8 009 304	8 055 390	8 609 912	8 699 821
Вартість портфеля (SR), млн дол. при визначеному R_{min}	2 595 000 001	2 594 805 370	2 803 398 980	2 802 389 800

Джерело: розраховано автором.

При виборі субефективного інвестиційного портфеля було враховано той факт, що фізичні та юридичні особи можуть тримати фінансові активи різних класів і видів: акції корпорацій, приватні або державні облігації, національну та іноземну валюту, дорогоцінні метали тощо. При цьому вони мають розв'язувати дві основні проблеми: як зберегти дохідність своїх вкладень (критерій D_{max}) та як мінімізувати ризик вкладень у авуари (критерій R_{min}).

На розв'язання цих проблем впливають розмір процентної ставки, яку встановлює центральний (народний чи національний) банк, і ціна дорогоцінного металу, що в майбутньому може зрости.

Розв'язуючи першу проблему, потрібно вирішити, яку кількість фінансових активів треба придбати та скільки грошей слід тримати на депозиті. На вирішення цих питань впливає насамперед рівень процентної ставки: якщо вона є високою порівняно з доходом фінансового активу, то надається перевага депозиту і, навпаки, фінансовому активу надають більшу перевагу порівняно з депозитом. Однак подібний підхід в епоху паперових грошових засобів добре спрацьовує лише за умови фінансової стабільності. Але тут виникає ситуація, коли більша частина фінансових потоків переорієнтовується з реальних інвестицій на їх фінансові аналоги, що здійснюється з метою отримання легкого прибутку, тобто фондові активи купують не для інвестування в економіку, а для спекуляції. Крім того, цьому сприяє торгівля деривативами з метою одержання надлишкового доходу (D_{max}).

В умовах збільшення паперової маси привабливість фондових активів і депозитів знижується, а вартість золота зростає. Тому юридичні та фізичні особи починають купувати дорогоцінний метал. Статистичні дані свідчать, що на світових фінансових ринках зі зростанням ціни на золото зростає й попит на нього. Для юридичних осіб, які зберігають свої гроші здебільшого у фондових активах, зростає ризик втрати доходів. Тому вони віднаходять варіанти мінімізації ризиків у період фінансової кризи (R_{min}). Однак у цьому разі виникає запитання: який відсоток золота потрібно зберігати в інвестиційних портфелях, щоб отримувати доходи на докризовому рівні або запобігти їх втраті в періоди інфляції? На це запитання відповідь отримав Р. Скот-Рам³, який провів дослідження. Щоправда, недоліком

³ Scott-Ram R. Зазнач. праця.

його стало, по-перше, використання даних лише щодо державних цінних паперів, по-друге — ігнорування грошових депозитів і процентної ставки, що змінюється в періоди стабільної й нестабільної фінансових ситуацій. До того ж, учений не з'ясував, як критерії D_{max} і R_{min} впливають на формування інвестиційного портфеля із золотом і без нього.

Тому автором було розроблено модель, що усуває ці недоліки. За результатами дослідження побудовано діаграми, які дали можливість визначити таке. Для біржі NYSE відхилення від найбільшого значення становить близько 0,2, що відповідає похибці моделювання у 15 %. Вартість портфеля становить 8 055 390 млн дол. США. При цьому для визначеного критерію D_{max} сума пакета без золота становить 8 055 390 млн дол., а наявність у ньому 8 % дорогоцінного металу збільшить вартість портфеля до 8 699 821 млн дол. (різниця вартості пакета без золота й із золотом перевищує 644 431 млн дол.). Інвестиційний портфель, що не має золота, складається з акцій, двох типів облігацій й депозиту. Він має середню дохідність 21,95 %. За наявності в інвестиційному портфелі 8 % золота відсоток його фондових активів зменшився відповідно до 1,12 %, 51,9 %, 26,5 % і 12,4 %, проте середня дохідність портфеля зросла до 30,98 % (у тому числі середня дохідність фондових активів і депозиту зросла до 22,98 % плюс 8 % дорогоцінного металу). Порівняння величин середньої дохідності портфельів без золота і з ним свідчить, що інвестор має виграти у дохідності 1,03 %, при цьому вартість пакета зросте на 644 431 млн дол.

Ризики кожного з цінних паперів для бірж NYSE, ПФТС, УФБ і УМВБ оцінюються непрямо. Через неможливість прямого їх оцінювання середній ризик ми обчислимо з допомогою коефіцієнта достовірності K_0 . Точність моделювання базується на нормальному законі розподілення й перебуває в діапазоні 0—1 %. Чим більше зростає відхилення від визначеного діапазону, тим більше зростатиме похибка моделювання, отже, немає сенсу його розширювати. Використання межі 0—1 % дасть можливість уникнути значної похибки в моделюванні.

Критерій R_{min} (біржа NYSE) припускає зниження ризику вкладання грошових коштів у інвестиційний портфель. Його вартість без золота становить 2 594 805 370 млн дол. США. Портфель складається з шести активів: однієї акції та п'яти облігацій, його середній ризик становить 16,65 %. Якщо до складу пакета включити 8 % золота, його вартість зросте до 2 802 389 800 млн дол. Новий пакет має середній ризик 14,27 %. При цьому величина пакета знизиться на 2,38 %, хоча загальна вартість зросте на 207 584 430 млн дол.

Для порівняння ефективності діяльності фінансових ринків в умовах світової кризи (крім біржі NYSE) було проаналізовано стан фінансового ринку України. Дослідження здійснювалося на основі статистичної інформації, наданої біржами ПФТС і УФБ, та доповненої даними зі звітів Приватбанку й Райффайзенбанку Аваль за 2008 рік (інформація про депозити), а також даними про опціони з біржі УМВБ.

Із надлишкових масивів було сформовано вхідні дані, які використовуються моделлю для дослідження інвестиційного портфеля. Причому для кожної з бірж для визначення пакета за критеріями D_{max} і R_{min} за результатами експертної оцінки виділено коло активів.

Для дослідження за критерієм D_{max} фондових активів бірж ПФТС і УФБ експерти вибрали пакет, що складається з акцій, облігацій та опціонів із доходністю в межах від 5 % до 10 %, депозитів — від 15 % до 25 %. Через відсутність в обігу ф'ючерсів на вітчизняному фондовому ринку у відібраному пакеті, пристосованому для моделювання, цих інструментів немає. Відбір активів для моделювання за критерієм R_{min} перебуває в діапазоні 0—1 %.

Вартість інвестиційного портфеля за критерієм D_{max} для біржі ПФТС становить 42 926 148,21 млн грн. Після моделювання портфель доцільно скласти з депозитів двох банків: Приватбанку й Райффайзенбанку Аваль. Його загальна вартість становитиме 42 925 927,40 млн грн. Якщо до пакета включити золото, його вартість сягне 46 360 001,59 млн грн. При цьому співвідношення депозитів і 8 % золота істотно зміниться. Рівень депозитів банків у пакеті знизиться: у Приватбанку — з 53,17 % до 49,13 %, у Райффайзенбанку Аваль — з 46,38 % до 42,86 %, тобто на 4,04 % і 3,52 % відповідно. При цьому вартість пакета без та із дорогоцінним металом зростає на 3 434 074,19 млн грн.

Аналогічна ситуація простежується при дослідженні інвестиційного портфеля за критерієм D_{max} для біржі УФБ. Вартість інвестиційного портфеля становить 42 926 003,21 млн грн. Із використанням програмно-математичної моделі сформовано пакет (перелік активів, що до нього входять, не змінився). Як і в попередньому випадку, рівень депозитів без дорогоцінного металу становив відповідно 53,17 % і 46,38 %, загальна вартість депозитів — 42 926 000 млн грн. Вартість портфеля після комбінації депозитів із дорогоцінним металом (8 %) зростає до 46 360 080 млн грн, тобто на 3 434 080 млн грн. Їх рівень у інвестиційному портфелі становитиме 49,13 % і 46,38 % відповідно, тобто у Приватбанку він знизився на 4,04 %, у Райффайзенбанку Аваль — на 3,52 %. Таким чином, ми не спостерігаємо змін при формуванні пакета за критерієм D_{max} на біржах ПФТС і УФБ.

У подальшому було досліджено моделювання за критерієм R_{min} для бірж ПФТС і УФБ. Так, вартість вхідного пакета для біржі ПФТС становить 42 929 616,53 млн грн. Після визначення його складу з використанням економіко-математичної моделі було вирішено, що без золота його доцільно скласти з депозитів Приватбанку — 53,17 % і Райффайзенбанку Аваль — 46,38 %. У цьому разі вартість інвестиційного портфеля становитиме 42 925 927,40 млн грн, тобто зменшиться на 3689,13 млн грн. Після включення у пакет 8 % золота можна спостерігати такі самі зміни: зменшення депозитів Приватбанку до 49,13 %, Райффайзенбанку Аваль — до 42,86 %, тобто зменшення становить відповідно 4,272 % і 3,73 % депозитів у загальному складі портфеля. Його вартість зросла до 46 360 001,59 млн грн, тобто на 3 434 074,19 млн грн.

Аналогічна ситуація спостерігається при моделюванні за критерієм R_{min} на біржі УФБ. Загальна вартість вхідного пакета, оціненого експертами, становить 42 925 930,61 млн грн. Із включенням до нього 8 % золота відсотковий склад депозитів Приватбанку та Райффайзенбанку Аваль знизився на 4,5 % і 3,8 % відповідно, хоча вартість портфеля зросла на 3861,31 млн грн. При цьому загальна частина депозитів у інвестиційному портфелі без золота становить 100 %, із золотом — 91,2 %.

У табл. 3 наведено дані щодо цінової поведінки інвестиційного портфеля на американському й українському фінансових ринках. Так, на біржі NYSE спостерігається зростання вартості пакета, коли він формується за критерієм R_{min} , а на біржах ПФТС і УФБ — у разі формування за критерієм D_{max} . На українських біржах пакет в основному складається з депозитів і золота, на біржі NYSE — із акцій, облігацій провідних корпорацій і золота.

Таблиця 3. Цінова поведінка інвестиційного портфеля

Ринок	Різниця між вартістю інвестиційного портфеля (із золотом і без золота) за критеріями		Вид грошової одиниці
	D_{max}	R_{min}	
NYSE	644 431,00	207 584 429,60	млн дол.
ПФТС	3 434 074,19	3 689,13	млн грн
УФБ	3 434 080,00	3 861,31	млн грн

Джерело: складено автором.

В обох випадках спостерігається зростання вартості інвестиційного портфеля, коли до його складу залучено дорогоцінний метал. Отже, золото збереже дохідність пакета і знизить ризик вкладання коштів за будь-яких ситуацій на світовому фінансовому ринку.

На біржі NYSE вартість інвестиційного портфеля зросте на 644 431 млн дол., коли при його формуванні робити акцент на одержання максимальної дохідності. Для ПФТС і УФБ вартість портфеля зростатиме на 3 434 074,19 і 3 434 080,00 млн грн відповідно.

Якщо формувати інвестиційний портфель за критерієм R_{min} , то для біржі NYSE його вартість зросте на 207 584 429,60 млн дол., для ПФТС — на 3 689,13 млн грн і для УФБ — на 3 861,31 млн грн.

У ході дослідження не було враховано інші варіанти розвитку подій, які можуть відбуватися з вартістю пакета, коли його розглядати за критеріями D_{max} і R_{min} . Вони можуть бути пов'язані з впливом низки соціально-культурних, політичних та економічних факторів, які не піддаються математичному моделюванню й можуть дати непередбачені результати.

Таким чином, проведені дослідження з використанням економіко-математичної моделі підтверджують нестабільність фондового ринку України та ненадійність придбання фондових активів для інвестування. Тож при формуванні інвестиційного портфеля бажано включати в нього золото як актив, що хеджує вклади юридичних чи/і фізичних осіб.