

Висновки. Таким чином, з урахуванням імітаційного моделювання динамічних процесів СМО на підприємстві на відміну від наявної моделі знайдено резерв підвищення ефективності функціонування СМО.

Отже, одночасний вплив підвищення пропускної здатності на етапі виробництва та передпродажної підготовки приводить до суттєвого зростання цільового показника за рахунок їхнього окремого впливу, тобто в цьому разі спостерігаємо ефект синергії.

Список літератури:

1. Саати Т. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. М.: Сов. радио. 1965. 510 с.
2. Экономико-математические методы и прикладные модели / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайитбегов и др.; под ред. В.В. Федосеева. М.: ЮНИТИ, 1999. 391 с.
3. Бродецкий Г.Л. Экономико-математические методы и модели в логистике: процедуры оптимизации: учебник для студ. / Г.Л. Бродецкий, Д.А. Гусев. – 2-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 288 с.
4. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технология. СПб.: КОРОНА принт, 2004. 384 с.
5. Шамрін Р.В. Імітаційне моделювання економічних систем: програмні засоби та напрями їх вдосконалення. Економічна наука. 2016. № 1. С. 35–39.
6. Киселева М.В. Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic. Екатеринбург: УГТУУПИ, 2009. 88 с.
7. Khripko S.L., Oharenko T.U., Shevchenko V.L. Modeling of marketing logistics of social and economic networks. Ефективна економіка 2018, № 5. С. 40–45.

УДК 336.761:330.46:330.16

Шайтанова Є.С., аспірант
кафедри економіки та інформаційних технологій
Запорізька державна інженерна академія

МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИМИ РЕСУРСАМИ ПІДПРИЄМСТВА

Шайтанова Є.С. Моделювання управління інвестиційними ресурсами підприємства. У статті висвітлено моделі управління інвестиційними ресурсами підприємства. Проведено аналіз моделей управління інвестиційними ресурсами підприємства. Розглянуто теорії портфельної оптимізації та теорії вартості капітальних активів (модель CAPM). Встановлено доцільність використання агентно-орієнтованого підходу під час моделювання управління інвестиційними ресурсами підприємства. Визначено основні властивості агентно-орієнтованого моделювання.

Ключові слова: інвестиційний проект, прийняття рішень, теорія вартості капітальних активів, теорія портфельної оптимізації, агентно-орієнтоване моделювання.

Шайтанова Е.С. Моделирование управления инвестиционными ресурсами предприятия. В статье освещены модели управления инвестиционными ресурсами предприятия. Проведен анализ моделей управления инвестиционными ресурсами предприятия. Рассмотрены теории портфельной оптимизации и теории стоимости капитальных активов (модель CAPM). Установлена целесообразность использования агентно-ориентированного подхода при моделировании управления инвестиционными ресурсами предприятия. Определены основные свойства агентно-ориентированного моделирования.

Ключевые слова: инвестиционный проект, принятие решений, теория стоимости капитальных активов, теория портфельной оптимизации, агентно-ориентированное моделирование.

Shaitanova E.S. Modeling of management of investment resources of the enterprise. The article deals with the models of management of investment resources of the enterprise. Held the analysis of the models of management of investment resources of the enterprise. It describes the theory of portfolio optimization and the theory of the value of capital assets (model CAPM). It established the expediency of using the agent-oriented approach in modeling of the management of investment resources of the enterprise. It defined the main properties of agent-oriented modeling.

Key words: investment project, decision making, the theory of the value of capital assets, the theory of portfolio optimization, agent-oriented modeling.

Постановка проблеми. В умовах реального ринку виняткової актуальності набуває проблема ефективного вкладення капіталу з метою його збільшення, тобто інвестування.

Україна перебуває в стані економічної кризи. Саме інвестиції забезпечують розвиток економіки, тому необхідно стимулювати зростання інвестицій в основний капітал підприємств.

Умовою виходу України зі стану економічної кризи є інвестиції. Для досягнення стабільного економічного зростання держави необхідно запроваджувати сучасні досягнення технічного прогресу, підвищувати якісні показники господарської діяльності.

Незважаючи на одержані українськими й зарубіжними вченими суттєві наукові результати в галузі управління інвестиційними ресурсами підприємства, залишаються актуальними ще багато питань, пов'язаних з удосконаленням моделей управління інвестиційними ресурсами підприємства, що, у свою чергу, викликано відсутністю єдиного, загально визнаного дієвого науково обґрунтованого підходу до моделювання управління інвестиційними ресурсами підприємства.

Внаслідок цього зростає необхідність проведення аналізу моделей управління інвестиційними ресурсами підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження природи та ролі інвестицій в суспільному розвитку є одним із найбільш розроблених напрямів економічної науки. Розробленням методологічних основ інвестування займалися західні економісти, такі як Дж. М. Кейнс, А. Маршалл, Н. Калдор, І. Фішер, Л. Джонсон, Дж. Стейн, Ф. Редінгтон, А. Міль, А. Пігу та ін [1].

Розвитком математичних методів управління інвестиційним портфелем займалися такі науковці, як С. Бреді, Г. Марковіц, Дж. Тобін, М. Міллер, Ф. Блек, М. Шоулз, В. Шарп, А. Хербст, Дж. Маршалл, Д. Каре, Р. Колб, Г. Александер, Дж. Бейлі, Д. Сміт, Ч. Смітсон, К. Редхед, С. Х'юз, М. Пелхем, Дж. Фіннерті, К. Бансал, С. Бреді, Р. Трейнор, Д. Хікс та інші [2; 3].

Розробленням сучасних підходів до моделювання інвестиційної діяльності займалися вітчизняні науковці, такі як В. Вітлінський, В. Галіцин, А. Камінський, Б. Кишаєвич, Н. Костіна, І. Лук'яненко, А. Матвійчук, О. Черняк, О. Суслов, В. Соловійов, І. Буртняк, О. Пернарівський, О. Степаненко та інші [4; 5; 6; 7; 8].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на значну кількість наукових праць, недостатньо вивченими та досить важливими залишаються питання моделювання управління інвестиційними ресурсами підприємства для ефективного управління інвестиціями.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз моделей управління інвестиційними ресурсами підприємства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Методологічний підхід до управління інвестиціями сформувався на основі фундаментальних теорій – теорії портфельної оптимізації та теорії вартості капітальних активів (модель CAPM). Основи теорії вибору оптимального портфеля інвестора були розроблені Г. Марковіцем (1952 р.) [2], В. Шарп [9] є автором теорії вартості капітальних активів. Залежність між очікуваною дохідністю цінного паперу та його ризиком, яка трактується як ступінь невизначеності щодо отримання цього доходу [2], описує Модель портфельної оптимізації Г. Марковіца. Ризик портфеля, до складу якого включено кілька інструментів, завдяки диверсифікації буде знижено, в цьому полягає фундаментальне положення портфельної оптимізації. Ефективність управління інвестиційним портфелем визначається за співвідношенням дохідності та ризикованості згідно з моделлю CAPM.

У моделі портфельної оптимізації Г. Марковіца очікувана дохідність цінного паперу розглядається як середнє значення часового ряду дохідностей цінного паперу за попередні періоди, а ризик – як середньоквадратичне відхилення цієї дохідності. Мінімізувати ризик шляхом мінімізації середньоквадратичного відхилення дає змогу модель Марковіца за заданого рівня дохідності портфеля.

Ризик, який показує невизначеність щодо отримання прогнозованих доходів, є важливою характеристикою фінансового інструменту. Різноманітні показники, здебільшого статистичні величини, використовують для оцінювання ризику, які показують, наскільки та з якою ймовірністю фактична дохідність цього паперу може відрізнятись від очікуваної.

Певні обмеження та недоліки має Модель Марковіца, пов'язані насамперед із припущенням про нормальний закон розподілу ймовірності. Таке припущення значно спрощує розрахунки і зручне для економічного обґрунтування. Проте воно не завжди описує реальну ситуацію і не дає точних результатів прогнозування. Тому в подальшому багато наукових досліджень було присвячено пошуку нових рішень та удосконаленню теорії портфельної оптимізації. Однією з перших стала модель оцінки вартості капітальних активів (CAPM), яка описує залежність між очікуваною дохідністю та ризиком портфеля цінних паперів [9, с. 259–277].

Ефективність управління портфелем цінних паперів також можна оцінити на основі моделі CAPM, яку слід розглядати як цільову функцію в моделях портфельної оптимізації. Коефіцієнт ефективності розраховується як відношення різниці між дохідністю портфеля (реальною або очікуваною) та безризиковою ставкою до показника, який відображає ризик портфеля [9]. Коефіцієнт Трейнора використовують для визначення ефективності диверсифікованого портфеля (див. табл. 1). Оскільки несистемний ризик може бути знижений диверсифікацією порт-

Моделі оцінювання портфеля цінних паперів

1	Назва	Формула	Умовні позначення
2	3	4	
1	Модель В. Шарпа (модель CAPM)	$d_p = d_0 + \beta_p(d_m + d_0)$	β_p – системний ризик портфеля; d_m – очікувана дохідність ринкового портфеля; d_0 – ставка доходу за безризиковими цінними паперами.
2	β – коефіцієнт цінних паперів	$\beta = \frac{\text{cov}_{P,R}}{\sigma_R^2}$	$\text{cov}_{P,R}$ – коваріація ціни цінного папера P та ринку R ; σ_R^2 – дисперсія ринку.
3	Коефіцієнт бета для портфеля – β_p	$\beta_p = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot \beta_i$	β_i – коефіцієнт бета i -ї групи цінних паперів; γ_i – питома вага i -ї групи цінних паперів у портфелі; n – кількість груп цінних паперів у портфелі.
4	Коефіцієнт Трейнора (кТ) для оцінки ефективності диверсифікованого портфеля	$kT = \frac{d_p - d_0}{\beta_p}$	d_p – дохідність портфеля інвестора за період, що аналізується; d_0 – середня безризикова ставка за той самий період
5	Коефіцієнт Шарпа (кS) для оцінки ефективності недиверсифікованого портфеля	$kS = \frac{d_p - d_0}{\sigma_p}$	σ_p – стандартне відхилення дохідності портфеля
6	Модель впливу процентних ставок на зміну ціни цінного паперу	$\Delta p^* = -D \cdot \left(\frac{\Delta r}{1+r} \right) \cdot 100$	Δp – зміна ціни цінного паперу (в процентах)
7	Модель дюрації Ф. Макуолі	$D = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot i}{(1+d)^i} + \frac{N \cdot n}{(1+d)^n}$ p	D – дюрація цінного паперу (роки, місяці); S_i – очікувані потоки процентних доходів в i -й період ($i = \overline{1, n}$); i – періоди проведення виплат; n – загальна кількість періодів; d – ставка дисконтування; N – номінальна сума боргу; p – ринкова ціна цінного паперу
8	Дюрація портфеля цінних паперів	$D_p = \frac{\sum_{m=1}^M DFI_m \cdot FI_m}{\sum_{m=1}^M FI_m}$	D_p – дюрація портфеля (роки); DFI_m – дюрація m -го цінного паперу, що входить до складу портфеля ($m = \overline{1, M}$); FI_m – ринкова ціна m -го цінного паперу; M – кількість цінних паперів у портфелі

Джерело: [10]

феля, то для широкодиверсифікованого портфеля такого ризику майже немає. Для аналізу недиверсифікованого портфеля цінних паперів застосовують Коефіцієнт Шарпа, він дає змогу врахувати як системний, так і несистемний ризики через стандартне відхилення.

Важливими характеристиками цінних паперів, окрім дохідності і ризику, є показники ринкової ціни (p) та внутрішньої (теоретичної чи розрахункової) вартості (v) [11, с. 210]. Ринкова ціна цінного паперу – це задекларований показник, що об'єктивно є на ринку (котирування цінного паперу). Індикатором інвестиційної привабливості інструменту є ринкова ціна, яка складається під впливом взаємодії попиту та пропозиції.

Внутрішня вартість цінного паперу (в інструктивних документах НБУ – «розрахункова ринкова вартість») – це розрахунковий показник, який є оцінкою інвестором тієї вартості, яку теоретично має об'єкт інвестицій. Внутрішня (теоретична) вартість залежить від аналітичної моделі, обраної для обчислень, тому цінний папір може мати багато значень

внутрішньої вартості, кількість яких теоретично дорівнює кількості учасників ринку, які провадять такий аналіз. Це означає, що оцінка внутрішньої вартості містить елемент суб'єктивізму. Рішення про купівлю чи продаж цінного паперу приймається залежно від співвідношення ринкової ціни та внутрішньої вартості.

На практиці для визначення внутрішньої вартості найчастіше використовують фундаменталістський підхід, а в умовах емерджентних ринків, на яких не сформованого достатнього масиву історичних даних, він залишається і єдино прийнятним. Модель, запропоновану в 1938 р. Дж. Вільямсом [11], застосовують для оцінювання внутрішньої вартості цінних паперів. Залежно від виду та характеристик цінних паперів модифікується Модель Вільямса (акції зі сталою виплатою дивідендів, акції із змінними дивідендами, купонні облигації, дисконтні облигації та ін.).

Отже, формування портфеля цінних паперів має базуватися на загальних правилах інвестиційного менеджменту: 1) орієнтація на співвідношення

дохідності та ризику; 2) якщо дохідності цінних паперів не є абсолютно корельовані ($\rho_{ij} \neq 1$), то диверсифікація портфеля знижує ризик портфеля за збереження рівня його дохідності; 3) для широко диверсифікованого портфеля несистемний ризик наближається до нуля, тому його можна не враховувати; 4) в процесі формування стратегії управління інвестиційним портфелем слід оцінювати саме системний ризик, адже його уникнути неможливо.

До формування нових напрямів досліджень привели подальший розвиток теорії портфельної оптимізації та пошук шляхів удосконалення моделі Г. Марковіца. Частина з них присвячена пошуку точніших методів прогнозування дохідності, інші мають на меті розроблення більш адекватних оцінок міри ризику, ніж середньоквадратичне відхилення. Моделі, в яких введено додаткові обмеження для інвестора або зовнішнього середовища, введено інші критерії оптимізації (порівняно з класичною моделлю), також отримали розвиток.

Моделі, в яких прогнозування дохідності цінних паперів засноване на розподілах ймовірностей, які відрізняються від нормального закону розподілу, або обчислене нестатистичними методами, формують окрему групу. До цієї групи належать моделі, засновані на експоненціальному законі розподілу ймовірностей, а також моделі, побудовані із використанням теорії фракталів, теорії нечітких множин, нечітких інтервальних чисел, нечітких випадкових чисел, нечітких обмежень, моделі, в яких ризик інвестиційного портфеля визначався за допомогою VaR-методології.

Недоцільність застосування методів моделювання, заснованих на припущеннях про нормальний закон розподілу та стаціонарність часових рядів, зумовлюють особливості розвитку українського фондового ринку. GARCH-моделі показали досить високу точність прогнозування на вітчизняному фінансовому ринку. За умови їх поєднання з методом Монте-Карло [12, с. 195–198] ефективність прогнозування за цими методами зростає.

Один з описаних підходів до прогнозування ринкових індикаторів рідко використовується сучасними аналітиками. Найчастіше економіко-математичні моделі прогнозування поєднують із фундаментальним аналізом шляхом створення критеріїв розподілу на основі економічних факторів. Будуються вони не на аналізі минулих подій, а на основі наявних макроекономічних індикаторів, такі розподіли називають експертними. Крім того, ймовірності різних наслідків впливу фундаментальних факторів можуть визначити експерти. Ці ймовірності надалі використовуються для побудови функції щільності розподілу ймовірності цін на прогнозовану дату. На основі комбінації цих підходів можлива також побудова ймовірнісних сценаріїв. Наприклад, можна побудувати деяку функцію щільності ймовірностей та змінити її шляхом коригування одного чи декількох параметрів функції

на основі минулих цін [12]. Зовнішні фактори, які зумовлюють значні коливання волатильності, використовують для підвищення точності моделей.

Прогнозування динаміки ринкових індикаторів на основі зовнішніх факторів впливу пов'язане з деякими ускладненнями. По-перше, зв'язок між динамікою макроекономічних показників не є постійним та залежить від конкретної ситуації, яка склалася на ринку. Тому прогнозування динаміки фондового ринку на основі впливу зовнішніх чинників рідко дає результати високої точності. По-друге, значна кількість зовнішніх факторів у моделі збільшує волатильність прогнозного ряду цін, а також може поглинати вплив кожного окремого показника на залежну змінну. По-третє, факторні змінні повинні бути виражені у формі, у якій вони демонструють найбільшу кореляцію із залежною змінною.

За умови, що ринок цінних паперів розвивається еволюційним шляхом, він може бути прогнозованим. Слід застосовувати спеціальні алгоритми, якщо спостерігаються революційні зломи. Формалізувати процес ціноутворення фінансових активів та знизити використання інтуїтивних підходів дає змогу побудова економіко-математичних моделей для прогнозування цінової динаміки фондових ринків на різних стадіях розвитку та для різних за тривалістю горизонтів прогнозування. За умови використання особливих інструментів прогнозування, об'єднуючи елементи технічного аналізу, фундаментального аналізу, нейронних мереж та сучасних напрацювань у сфері моделювання економічних процесів, можна реалізувати такий підхід. Всі розглянуті вище теоретичні концепції спрямовані на пошук методів, які б давали змогу передбачити ненавмисні соціальні наслідки цілеспрямованих дій людей, які відбуваються під впливом різноманітних та різноспрямованих факторів в ринковому середовищі. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми стало агентно-орієнтоване моделювання (АОМ).

Агентно-орієнтований підхід належить до класу імітаційних обчислювальних моделей, що досліджують дії та взаємодії автономних агентів з метою оцінки їхнього впливу на систему загалом. Він поєднує в собі елементи теорії ігор, складних систем, емергентності, багатоагентних систем, еволюційного програмування тощо. Цей підхід відрізняється тим, що враховує залежність від пройденого шляху та накопиченого досвіду, а також автономність та гетерогенність учасників ринку.

Предметом агентноорієнтованого моделювання обчислювальної економіки є створення такої симуляції реального світу, в якій можна буде ефективно перевіряти наслідки різних сценаріїв дій та вибрати оптимальний напрям, прогнозувати розвиток економічних систем, аналізувати причинно-наслідкові зв'язки між змінними.

Єдиною найбільш визначною характеристикою агента є його здатність діяти автономно, тобто

самостійно і без сторонніх втручань, у відповідь на ситуації, з якими він стикається. Агенти наділені поведінкою, яка дає їм змогу приймати незалежні рішення. Як правило, агенти є активними і виконують дії, щоб досягнути своїх внутрішніх цілей, а також реактивно відповідають на дії інших агентів та середовища.

Надзвичайні конструктивність та гнучкість агентно-орієнтованого підходу визначають широкий спектр можливих застосувань моделей цього класу, які включають пошук емпіричного та нормативного розуміння, аналіз евристик та методологічний розвиток.

Населивши агентно-орієнтовані моделі агентами із власною мотивацією та здатністю до навчання, розробник досліджує межі, в яких результати, отримані в моделі, є ефективними, справедливими та впорядкованими, незважаючи на спроби окремих агентів отримати індивідуальні переваги шляхом стратегічної поведінки. Аналіз евристик дає змогу дізнатися більше про фундаментальні причинно-наслідкові механізми в складних системах. Навіть якщо припущення моделювання досить прості, наслідки їх використання можуть бути зовсім неочевидними, якщо система складається з багатьох взаємодіючих агентів. Ефект взаємодії агентів часто є несподіваним, оскільки важко передбачити усі наслідки навіть найпростіших форм взаємодії.

Характерними властивостями АОМ є погляд «знизу догори», гетерогенність, нелінійність, істина

невизначеність, здатність до навчання та самоорганізації. Основним компонентом АОМ є «агенти» – активні сутності, здатні діяти автономно у відповідь на ситуації, з якими вони стикаються, щоб досягнути своїх внутрішніх цілей.

Агентно-орієнтоване моделювання спрямоване на вивчення альтернативних джерел пізнання, раціональності поведінки, розвитку та навчання.

Висновки. Аналіз моделей управління інвестиційними ресурсами підприємства дає змогу визначити, що в галузі управління інвестиціями залишаються вкрай актуальними ще багато проблемних питань, пов'язаних з удосконаленням принципів і механізмів моделювання управління інвестиційними ресурсами підприємства.

Проаналізувавши літературні джерела, ми дійшли висновку, що на сучасному етапі розвитку теорії та практики управління інвестиційними ресурсами склалися всі передумови для подальшого розвитку систем управління інвестиціями шляхом ускладнення їх інформаційної структури, комп'ютеризації, інтелектуалізації. Пріоритетом наукових досліджень у цьому напрямі є розроблення агентно-орієнтованої моделі управління інвестиційними ресурсами на підприємстві з метою поєднання сучасних обчислювальних потужностей інформаційних систем з результатами наукових і прикладних досліджень у сфері управління інвестиційними ресурсами на підприємстві.

Список літератури:

1. Кейнс Д. Общая теория занятости, процента и денег / Д. Кейнс. М.: Прогресс, 1978. 256 с.
2. Markowitz H. M. Portfolio Selection / H. M. Markowitz // The Journal of Finance. 1952. Vol. 7, No. 1. pp. 77–91.
3. Маршалл Дж.Ф. Финансовая инженерия: Полное руководство по финансовым нововведениям / Дж.Ф. Маршалл, В.К. Бансал; пер. с англ. М.: ИНФРА-М, 1998. 784 с.
4. Вітлінський В.В. Ризик у менеджменті / В.В. Вітлінський, С.І. Наконечний. К.: Борисфен-М, 1996. 326 с.
5. Черняк О.І. Розробка моделей класифікації українських підприємств за ймовірністю банкрутства з використанням дискримінантного аналізу та методу дерев рішень / О.І. Черняк, Д.В. Яшук, В.О. Монаков // Статистика України. 2011. № 2. С. 59–64.
6. Камінський А.Б. Моделювання фінансових ризиків: монографія / А.Б. Камінський; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. К., 2006. 303 с.
7. Кишаєвич Б.Ю. Стрес-тестування кредитного портфеля банку на основі багатофакторних моделей / Б.Ю. Кишаєвич // Економічний простір: 36. наук. праць. Дніпропетровськ: ПДАБА, 2011. № 45. С. 161–171.
8. Матвійчук А. Використання logit- та probit- регресій для оцінки кредитоспроможності позичальника / А. Матвійчук, В. Бень // Вісник Національного банку України. 2015. № 5. С. 37–41.
9. Шарп У. Інвестиції / У. Шарп, Г. Александер, Дж. Бейли; пер. с англ. М.: ИНФРА-М, 1998. 1028 с.
10. Примостка А.О. Агентно-орієнтоване моделювання інвестиційної діяльності банків на фондовому ринку: дис. на здобуття наук. ступеня канд. ек. наук: спец. 08.00.11. Київ, 2015. 225 с.
11. Ковальов В. В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. / В. В. Ковальов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 1999. 512 с.
12. Прогнозування та хеджування фінансових ризиків: монографія / за ред. проф. Примостки Л.О. К: КНЕУ, 2014. 424 с.