



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Навчально-науковий інститут бізнес-технологій «УАБС»

В. М. Олійник

МОДЕЛЮВАННЯ ЕМЕРДЖЕНТНОЇ ЕКОНОМІКИ

Конспект лекцій

Суми
Сумський державний університет
2019

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Навчально-науковий інститут бізнес-технологій «УАБС»

МОДЕЛЮВАННЯ ЕМЕРДЖЕНТНОЇ ЕКОНОМІКИ

Конспект лекцій
для студентів спеціальності
051 «Економіка»
денної форми навчання

Затверджено
на засіданні кафедри
економічної кібернетики
як конспект лекцій
із дисципліни «Моделювання
емерджентної економіки».
Протокол № 9 від 03.04.2018 р.



Суми
Сумський державний університет
2019

Моделювання емерджентної економіки : конспект лекцій / укладач В. М. Олійник. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 207 с.

Кафедра економічної кібернетики ННІ БТ «УАБС»

Тема 1 Поняття емерджентності	5
1.1 Означення та принципи емерджентності.....	5
1.2 Синергізм та емерджентність.....	7
1.3 Емерджентність у економіці.....	9
Список використаної літератури.....	11
Тема 2 Фінансовий ризик-менеджмент як інструмент економічного моделювання	12
2.1 Види ризиків.....	12
2.2 Методи оцінювання ризиків.....	14
2.3 Управління ризиками.....	22
2.4 Ризик-менеджмент у банку.....	24
2.5 Прийняття оптимальних рішень в умовах невизначеності.....	31
Список використаної літератури.....	39
Тема 3 Побудова оптимального портфеля фінансових інструментів	41
3.1 Теоретичні підходи до створення портфеля фінансових інструментів.....	41
3.2 Принципи формування портфеля цінних паперів.....	55
3.3 Практичні аспекти знаходження оптимального портфеля цінних паперів.....	97
3.4 Застосування портфельної теорії у страхуванні.....	132
Список використаної літератури.....	150
Тема 4 Матричні портфельні моделі	157
4.1 Портфельний аналіз як інструмент стратегічного планування.....	157
4.2 Матриця Бостонської консультативної групи (БКГ)	160
4.3 Матриця компанії Arthur D. Little.....	165
4.4 Матриця McKinsey.....	168
4.5 Модель І. Ансофф (Ansoff's growth strategy matrix).....	171
4.6 Матриця Д. Абеля (Abell).....	173
4.7 Модель компанії Шелл.....	174
4.8 Модель Портера.....	175
4.9 Діловий комплексний аналіз (модель PIMS).....	176
Список використаної літератури.....	178

Тема 5 Імітаційне моделювання економічних процесів.....	179
5.1 Поняття процесу та види імітаційного моделювання	179
5.2 Типові завдання імітаційного моделювання.....	183
5.3 Структура, класифікація та основні етапи імітаційного моделювання.....	184
5.4 Математичні основи та основні пакети прикладних програм імітаційного моделювання.....	188
5.5 Оцінювання адекватності імітаційної моделі.....	193
5.6 Інтерпретація результатів, одержаних під час реалізації імітаційних моделей.....	195
5.7 Прийняття рішень на основі результатів імітаційного моделювання.....	196
5.8 Основні напрями та перспективи розвитку імітаційного моделювання.....	201
Список використаної літератури.....	205

Тема 1 Поняття емерджентності

1.1 Означення та принципи емерджентності

Емерджентність – (від англ. Emergent – виникає, несподівано з'являється) – наявність у системи властивостей цілісності, таких властивостей, що не притаманні складовим елементам. Емерджентність є однією з форм прояву принципу переходу кількісних змін у якісні; цілісність [3].

Емерджентність або емергентність у теорії систем – наявність у будь-якої системи особливих властивостей, що не притаманні її елементам, а також сумі елементам, не пов'язаних особливими системо утворювальними зв'язками; незвідність властивостей системи до суми властивостей її компонентів; синонім – системний ефект [16].

У біології та екології поняття емерджентності можна висловити так: одне дерево – не ліс, скупчення окремих клітин – не є організмом. Наприклад, властивості біологічного виду або біологічної популяції не є властивостями окремих особин, поняття «успадкованість», «народжуваність», «смертність» незастосовні до окремої особини, але застосовні до популяції або виду в цілому. Еволюціоністське поняття емерджентності виражається як виникнення нових функціональних одиниць системи, що не зводяться до простих перестановок уже наявних елементів. У ґрунтознавстві: емерджентною властивістю ґрунту є родючість [16].

«Ціле є чимось більшим, ніж сума його частин», – цей принцип був сформульований ще Арістотелем у його праці «Метафізика». У фізиці емерджентні феномени це: тертя, в'язкість, еластичність, температура, патерни які утворює пісок або ґрунт, конвекція, урагани і погода взагалі. Фізик Філіп Уоррен Андерсон стверджує: «Можливість звести все до простих фундаментальних законів не означає можливості почати саме з цих законів і реконструювати Всесвіт. Гіпотеза про конструювання Всесвіту з нуля не витримує критики через труднощі з масштабом і

складністю. На кожному рівні складності виникають абсолютно нові властивості.

Емерджентними також є інтернет, архітектура і міста, зміни мов із часом, деякі абстрактні феномени в математиці і т. ін. [17].

Явище емерджентності полягає в тому, що система знаходить нові властивості, відсутні у її елементів, які при поділі або дробленні системи зникають. Найважливіша тема, що звучить у визначеннях емерджентності, – це незвідність властивостей системи до властивостей її елементів. Поява у системи абсолютно нової якості явно суперечить законам збереження. Підхід до вирішення проблеми можна знайти у визначенні цілісності за І. І. Шмальгаузенем [15]: «Не можна говорити, що ціле більше або менше, ніж сума частин. Ми взагалі не маємо суми, так як властивості частин зняті, а в цілому ми маємо нові властивості». Таким чином, властивості частин знято і перенесено на ціле, але в новій якості, з новою силою вираження. Перенесення цих властивостей здійснюється при взаємодії елементів системи, за рахунок зв'язків між ними. «... Цілісність характеризується новими якостями і властивостями, не властивими окремим частинам (елементам), але виникають у результаті їх взаємодії у певній системі зв'язків» [2]. «Емерджентні властивості виникають у результаті взаємодії компонентів ...» [8]. «... Цілісність є результат динамічної взаємодії складових елементів, система являє собою щось інше, ніж просто сума її окремих компонент» [10]. «Які б дивовижні властивості не виникали при об'єднанні елементів у систему, нічого містичного, що взявся нізвідки, тут немає: нові властивості виникають завдяки конкретним зв'язкам між конкретними елементами ... Нові якості систем визначаються в сильному ступені характером зв'язків між частинами» [11]. Узагальнюючи висловлювання цитованих авторів, можна сказати, що властивості системних елементів, об'єднаних у систему істотно посилені, завдяки взаємодії між ними (ефективність системи вище ефективності елементів). Будь-яка «нова» системна властивість уже подана у будь-яких елементах цієї системи, але в нерозвиненому, зародковому вигляді. Емерджентна (якісна) своєрідність об'єкта проявляється у тому разі, якщо інші елементи системи працюють на посилення цих властивостей [4].

Принцип емерджентності в тому і полягає, щоб, визначивши у об'єкта дослідження якісь особливі, важливі, яскраві властивості, з'ясувати їх джерело (зовнішній і внутрішній), зрозуміти їх генезис (а в системному аналізі – і докласти зусиль для їх зміни в бажану для нас сторону). Емерджентні властивості – це властивості частин об'єкта, перетворені (посилені, стабілізовані і т. ін.) Завдяки взаємодії один з одним; властивості одних елементів «набирають силу» від своїх сусідів за допомогою зв'язків між ними – і стають системними [4].

Як своєрідну емерджентну якість дослідники відзначають непередбачуваний характер поведінки багатьох об'єктів. «У взаємодії між функціями двох або більше компонент часто виникає непередбачене або раптово з'являється властивість, що не виявляється в будь-якій окремій компоненті» [10]. «... Якісно нові, емерджентні, властивості ... екологічної одиниці не можна передбачити, виходячи з властивостей компонентів, що становлять ... одиницю» [8]. «... Дати задовільний прогноз щодо поведінки складної системи ..., спираючись тільки на власний досвід та інтуїцію, практично неможливо. Складні системи ... реагують на дії зовсім іншим чином, ніж це нами інтуїтивно очікувалося »[9]. На це явище вперше звернув увагу Дж. Форрестер [14]: «Інтуїтивно очевидні «рішення» соціальних проблем мають тенденцію заводити в одну з декількох пасток, обумовлених характером складних систем». Ця якість одержала назву «принцип контрінтуїтивної поведінки» систем [4].

1.2 Синергізм та емерджентність

З емерджентним тісно пов'язане поняття синергії: об'єднання розрізаних елементів у систему відкриває абсолютно нові можливості, недосяжні за використання елементів окремо.

Синергія (гр. Συnergyία – співпраця, сприяння, допомога, співучасть, співництво; від гр. Συν – разом, гр. Έργον – справа, праця, робота, дія) – підсилює ефект взаємодії двох або більше факторів, які характеризується тим, що спільна дія цих факторів істотно перевершує просту суму дій кожного із зазначених факторів, емерджентність [16].

Наприклад

- з'єднання (синергізм) двох і більше шматків радіоактивного матеріалу, при перевищенні критичної маси в сумі дають виділення енергії, що перевершує випромінювання енергії простого підсумовування окремих шматків;
- знання та зусилля кількох людей можуть організовуватися таким чином, що вони взаємно посилюються;
- прибуток після злиття двох компаній може перевищувати суму прибутку окремих компаній.

Таблиця 1.1 – Формулювання і визначення синергії та емерджентності [12]

Автор	Синергія	Емерджентність
Е. І. Смирнов [12]	«Частини, що об'єднуються, сильно залежать один від одного і при об'єднанні можуть істотно (позитивно або негативно) вплинути один на одного в рамках цілого»	«При об'єднанні цілого з підготовлених у результаті аналізу частин цілого необхідно також враховувати ступінь майбутньої залежності один від одного. Частини, що об'єднуються, залежать один від одного і при об'єднанні можуть дещо посилити або послабити функціонування об'єднаних частин у рамках цілого»
Т. О. Акімова [1]	«Будь-яка складна динамічна система прагне одержати максимальний ефект за рахунок своєї цілісності; прагне максимально використовувати можливості кооперування для досягнення ефектів»	«Насправді щодо загальних системних властивостей емерджентність і синергізм – синоніми»

Продовження табл.1.1

Г. Р. Латфуллин, А. В. Райченко [13]	«Властивості організації більше суми якостей її складових»	«Емерджентність - оперативна мобілізація принципово нових якостей»
Лафта Дж. К. [6]	«Сума властивостей організованого цілого не дорівнює арифметичній сумі властивостей кожного з його елементів окремо; або сума властивостей організованого цілого перевищує арифметичну суму властивостей кожного з його елементів окремо»	«Отримання при об'єднанні елементів цілого працездатного утворення, потенціал якого вище потенціалів об'єднаних елементів носить назву емерджентність. Ефект синергії – складова частина емерджентності. Емерджентність належить до явищ, а синергія до процесів, що відбуваються в елементах організації»
Ю. Н. Лапигін [5]	«Для будь-якої організації існує такий набір елементів, за якого її потенціал завжди буде або істотно більшим простої суми потенціалів, що входять у неї елементів, або істотно меншим»	«Емерджентність – особливість систем, яка полягає в тому, що властивість системи не зводиться до сукупності властивостей частин, з яких вона складається, і не виводиться з них»

Дослідники поняття «синергізм» і «емерджентність» практично не розрізняють.

1.3 Емерджентність у економіці

Економіка також насичена емерджентністю: фондовий ринок (а також будь-який ринок подібного типу і розміру) є прикладом системного ефекту в великому масштабі. Як єдине ціле, ринок регулює і встановлює відносні ціни акцій компаній всього

світу, але у нього немає лідера, не існує суті, яка могла б контролювати функціонування всього ринку. Якщо й існують сотні окремих людей, які задають тренд, все одно весь ринок виходить емерджентним. Можливість контролю всього ринку декількома людьми суперечить міркуванням теорії інформації [17].

Емерджентність також характерна для економічних і бізнес-систем. Будь-яке велике виробниче підприємство має дуже складну структуру, містить велику кількість цехів, дільниць, відділів, кожен з яких виконує своє завдання. Але лише завдяки спільній праці вони вирішують загальне завдання – виробництво продукції. Тому, аналізуючи роботу кожного з них окремо і складаючи результати, ми не зможемо зробити висновок про функціонування всього підприємства. Дійсно, як скомбінувати результати роботи відділу кадрів і збирального цеху? Отже, необхідно виконувати аналіз усієї виробничої системи в цілому.

Ринкова економіка передбачає пріоритет товарно-грошових відносин (зв'язків), а елементи її за формою можуть варіювати: наприклад, АТ, унітарне підприємство і т. ін.

Ми систематично спостерігаємо періодичні коливання в економіці. Але ці систематичні спостереження можуть бути названі системним дослідженням лише за глибокого вивчення зрушень у структурі економіки, адже вони є причиною цих коливань.

Ми проектуємо виробництво нового виду продукції. Перевіряємо здатності існуючої виробничо-технологічної структури виявити нову (емерджентну) властивість, тобто аналіз можливості виробництва цієї продукції на існуючих виробничих потужностях замість скорочення випуску частини виробів, вироблених у цей час.

Процес диверсифікації виробництва господарюючих суб'єктів. Якщо, наприклад, деякий комерційний банк, що спеціалізується на наданні роздрібних банківських послуг, прагне вийти на ринок страхування, він може піти двома шляхами: створити в своїй структурі новий спеціалізований підрозділ і самостійно ліцензуватися на право надання страхових послуг або знайти на ринку праці страхову компанію і злитися (об'єднатися) з нею або поглинути її, придбавши контрольний пакет акцій на фондовому ринку. Іншими словами, в процесі органічної

диверсифікації процедури злиття/поглинання нова об'єднана система набула нових емерджентних властивостей. Нові властивості існують доти, поки існує сама система як єдине ціле. Саме тому емерджентність вважають проявом внутрішньої цілісності системи і називають системоутворювальним фактором. Чим більше відрізняються властивості системи від суми властивостей її елементів, тим вище її організованість.

Список використаної літератури

1. Акимова Т. А. Теория организации : уч. пос. / Т. А. Акимова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 367 с.
2. Блауберг И. В. Понятие целостности и его роль в научном познании / И. В. Блауберг, Б. Г. Юдин. – М. : Знание, 1972. – 48 с.
3. Комлев Н. Г. Словарь иностранных слов / Н. Г. Комлев. – М. : Эксмо-Пресс, 2000. – 1308 с.
4. Коросов А. В. Принцип эмерджентности в экологии / А. В. Коросов // Принципы экологии. – 2012. – № 3. – С. 48–66.
5. Лапыгин Ю. А. Теория организации : уч. пос. / Ю. А. Лапыгин. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 311 с.
6. Лафта Дж. К. Теория организации : уч. пос. / Дж. К. Лафта. – М. : Велби: Проспект, 2003. – 416 с.
7. Муратов А.С. Синергизм и эмерджентность : генезис их гармонизации в экономике и управлении / А. С. Муратов, И. П. Поварич // Вестник Кем ГУ. – 2012. – №1(49). – С. 271–275.
8. Одум Ю. Экология: в 2 т. / Ю. Одум. – М. : Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с.
9. Розенберг Г. С. Модели в фитоценологии. / Г. С. Розенберг. – М. : Наука, 1984. – 265 с.
10. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.
11. Саламатов Ю. П. Система развития законов творчества / Ю. П. Саламатов // Шанс на приключение. – Петрозаводск : Карелия, 1991. – С. 5–174.
12. Смирнов Э. А. Теория организации : уч. пос. / Э. А. Смирнов. – М. : Инфра-М, 2003. – 248 с.
13. Теория организации : учебник для вузов / Г. Р. Латфуллин, А. В. Райченко. – СПб. : Питер, 2003. – 400 с.
14. Форрестер Дж. Мировая динамика / Дж. Форрестер. – М. : АСТ ; СПб : TerraFantastica, 2003. – 379 с.
15. Шмальгаузен И. И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии / И. И. Шмальгаузен. – М. : Наука, 1982. – 383 с.
16. Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
17. Livejournal [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://emergent.livejournal.com/1039.html>.

Тема 2 Фінансовий ризик-менеджмент як інструмент економічного моделювання

2.1 Види ризиків

Ризик – одне з найважливіших понять, що супроводжує будь-яку активну діяльність людини. Загальне поняття економічного ризику можна сформулювати в такий спосіб: *ризик* – це ймовірність або загроза втрати особою або організацією частини своїх ресурсів, частини своїх доходів, або появи додаткових витрат [6, 10, 12, 15, 20, 28, 30].

Назвемо деякі види ризиків, пов'язані з економічною діяльністю людини.

- Інвестиційний – виникає за рахунок знецінювання інвестиційно-фінансового портфеля, що складається із власних і придбаних цінних паперів.
- Кредитний – обумовлений можливістю невиконання зобов'язань перед кредитором.
- Відсотковий – виникає за рахунок непередбаченої зміни відсоткових ставок.
- Ризик ліквідності – виникає за рахунок несподіваної зміни кредитних і депозитних потоків.
- Виробничий – пов'язаний із можливістю невиконання фірмою своїх зобов'язань перед замовником.
- Ризик руйнування – ймовірність настільки більших втрат, які не можуть бути компенсовані та ведуть до руйнування конкретної особи або організації.

Ризики також поділяють на:

- динамічні – вони пов'язані з непередбаченими змінами вартості основного капіталу внаслідок управлінських розв'язків, а також ринкових або політичних обставин;
- статичні – такі ризики пов'язані з можливістю втрат реальних активів при завданні збитків власності та втрат доходів через невідздатність організації.

Фінансові ризики підприємства надзвичайно різноманітні і щоб ефективно управляти ними, їх класифікують за основними ознаками (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Класифікація фінансових ризиків

За місцем виникнення	Ризик зниження фінансової стійкості. Ризик неплатоспроможності. Інвестиційний ризик. Інфляційний ризик. Процентний ризик. Кредитний ризик. Депозитний ризик. Податковий ризик. Інші види ризиків
За видами фінансових операцій	Ризики фінансування бізнесу. Ризики довгострокового інвестування. Ризики управління оборотним капіталом
За об'єктом	Ризик окремої фінансової операції. Ризик різних видів фінансової діяльності. Ризик фінансової діяльності всього підприємства
За сукупністю інструментів	Індивідуальний фінансовий ризик. Портфельний фінансовий ризик
За комплексністю дослідження	Простий фінансовий ризик. Складний фінансовий ризик
За джерелами виникнення	Зовнішній (систематичний) ризик. Внутрішній (несистематичний) ризик
За фінансовими наслідками	Ризик, що призводить до збитків. Ризик, що призводить до втраченої вигоди. Ризик, що призводить як до збитків, так і до додаткових вигід
За рівнем фінансових втрат	Припустимий ризик. Критичний ризик. Катастрофічний ризик
За можливістю передбачення	Прогнозований ризик. Непрогнозований ризик

Учасники якого-небудь економічного проекту при його аналізі зацікавлені в недопущенні його провалу або збитків від

нього. Тому основне завдання в умовах нестабільної й швидко мінливої ситуації при аналізі ризику полягає в одержанні інформації, необхідної для ухвалення рішення про доцільність участі в проєкті й розробленні заходів щодо захисту від можливих фінансових втрат.

Аналіз ризику конкретного економічного проєкту звичайно здійснюється в такій послідовності:

- виявляються об'єктивні й суб'єктивні фактори, що впливають на ризик;
- проводиться аналіз даних факторів;
- дається оцінювання ризику з позицій, що визначають фінансову заможність проєкту;
- устанавлюється припустимий рівень ризику;
- проводиться аналіз окремих операцій із вибраного рівня ризику;
- розробляються заходи щодо зниження ризику.

Виділяють два принципово різні шляхи, що ведуть до зниження ризику:

- компенсація ризиків за допомогою так званих ризикових премій, які являють собою різного роду надбавки (до ціни, рівня відсоткової ставки, тарифу і т. д.), що використовуються у вигляді «плати за ризик»;
- керування ризиком, що здійснюється на основі диверсифікованості, хеджування, висновку форвардних контрактів, купівлі опціонів, страхування.

2.2 Методи оцінювання ризиків

Фінансовий ризик впливає на багато аспектів господарської діяльності підприємства, проте найбільш істотно його вплив виявляється у двох напрямках:

- 1) рівень ризику впливає на формування рівня прибутковості фінансових операцій підприємства;
- 2) фінансовий ризик є основною формою генерування прямої загрози банкрутства підприємства.

Ризики, що супроводжують фінансову діяльність, є об'єктивним, постійним фактором у функціонуванні будь-якого підприємства і тому потребують серйозної уваги з боку фінансових менеджерів. Облік фактора ризику в процесі управління фінансовою діяльністю підприємства супроводжує підготовку практично всіх управлінських рішень.

Для оцінювання фінансового ризику використовують різні методи:

- економіко-статистичні;
- експертні;
- аналогові.

А Економіко-статистичні методи – основа оцінювання рівня фінансового ризику. До основних показників фінансового ризику належать: середнє значення досліджуваної випадкової величини (так званого фактора ризику), наприклад, доходу, прибутку тощо; дисперсія; стандартний (середньоквадратичний) відхил цієї величини (доходу, прибутку тощо); коефіцієнт варіації; коефіцієнт «бета»; розподіл імовірності досліджуваної випадкової величини.

1 Середня величина являє собою узагальнену кількісну характеристику очікуваного результату. Вона належить до класу ступеневих функцій і має вигляд

$$E(r) = \sqrt[m]{\frac{\sum_{i=1}^n r^m}{n}}$$

Таблиця 2.2 – Види середніх величин

Показник m	Вид середньої величини
-1	Гармонічна
0	Геометрична
1	Арифметична
2	Квадратична
3	Кубічна

2 Дисперсія характеризує ступінь мінливості досліджуваного показника (наприклад, очікуваного прибутку або очікуваної прибутковості від фінансової операції) щодо її середньої величини. Дисперсію розраховують за формулою

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n p_i (r_i - E(r))^2,$$

де σ^2 – дисперсія;

p_i – можлива частота (імовірність) одержання окремих варіантів очікуваного показника;

r_i – конкретне значення можливих варіантів показника;

$E(r)$ – середнє очікуване значення показника;

n – кількість спостережень.

3 Середньоквадратичне (стандартне) відхилення σ є одним із найбільш уживаних для оцінювання рівня індивідуального фінансового ризику.

Дисперсія і стандартне відхилення слугують мірами абсолютного розсіювання, їх вимірюють у тих самих фізичних одиницях, у яких вимірюють варійовану ознаку.

4 Коефіцієнт варіації часто використовують для аналізу міри мінливості, що є відношенням середньоквадратичного відхилення до середнього арифметичного і показує ступінь відхилення одержаних значень. Коефіцієнт варіації – відносна величина. Тому з його допомогою можна порівнювати мінливість ознак, виражених у різних одиницях вимірювання.

Коефіцієнт варіації CV дозволяє визначити рівень ризику, якщо значення середнього очікуваного показника різняться між собою, і знаходиться за формулою

$$CV = \frac{\sigma}{E(r)} .$$

5 Коефіцієнт «бета» (β) дозволяє оцінити індивідуальний або портфельний систематичний фінансовий ризик щодо рівня ризику фінансового ринку загалом. Цей показник використовують

зазвичай для оцінювання ризиків інвестування в окремі акції.

Розраховують цей показник за формулою

$$\beta_i = \sigma_{it} / \sigma_I^2,$$

де σ_{it} – коваріація між дохідністю i -ї акції та дохідністю на ринковий індекс;

σ_I^2 – дисперсія дохідності на ринковий індекс фондової біржі.

Рівень фінансового ризику окремих цінних паперів визначають на основі таких значень:

$\beta = 1$ – середній рівень;

$\beta > 1$ – високий рівень;

$\beta < 1$ – низький рівень.

6 Закон розподілу є однією з характеристик випадкової величини. Характер, тип розподілу відбиває загальні умови, що впливають із сутності та природи явища, й особливості, що впливають на варіацію досліджуваного показника (очікуваного результату). Як показує практика, для характеристики розподілу соціально-економічних явищ найчастіше використовують так званий нормальний розподіл.

Графік функції нормального розподілу описують так званою нормальною кривою – кривою Гауса.

Функція щільності нормального розподілу дозволяє обчислити частоту (ймовірність) появи випадкової величини. Для оцінювання ймовірності потрапляння випадкової величини у визначений інтервал використовують інтегральну функцію щільності ймовірності.

7 VaR-оцінювання ризику

Одне з основних завдань ризик-менеджерів фінансових інститутів – оцінювання ринкових ризиків, що виникають унаслідок коливання цін акцій, сировини, обмінних курсів, процентних ставок тощо. Найпростішу залежність інвестора від ринкових ризиків виявляє величина зміни капіталу портфеля, тобто прибутки чи збитки, що виникають унаслідок руху цін активів, які формують портфель. Найбільш

поширена на сьогодні методологія оцінювання ринкових ризиків – розрахування показника «Інвестиції з урахуванням ризику» (Value at Risk, VaR). VaR – це сумарна міра ризику, яка здатна порівнювати ризик різних портфелів (наприклад, портфелів з акцій і облігацій) і різних фінансових інструментів (наприклад, форвардів та опціонів) [28–30].

За останні кілька років VaR став одним із найпопулярніших засобів управління ризиком і контролем за ним у компаніях різного типу.

Величину VaR обчислюють, щоб стверджувати: «Ми впевнені на x % (з імовірністю x %), що наші втрати не перевищать y доларів упродовж наступних n днів». У цьому вислові невідома величина y і є VaR. Це функція двох параметрів: n – часового горизонту та x – довірчого рівня. Так, наприклад, за стандартом Комісії з бірж і цінних паперів США для брокерсько-дилерських звітів про операції з позабіржовими похідними інструментами, n дорівнює двом тижням, а $x = 99$ %. The Bank of International Settlements для оцінки достатності банківського капіталу встановив, що $x = 99$ % і $n = 10$ днів. Компанія Дж. П. Морган опубліковує свої денні значення VaR за 95 %-го довірчого рівня.

Уперше оцінювання ризику, що базується на VaR, було рекомендовано «групою тридцяти» (The Global Derivatives Study Group, G30) 1993 р. у дослідженні «Derivatives: Practices and Principles». Того самого року Рада Європи в директиві «ЄЕС 6-93» запропонувала резервувати капітал для покриття ринкових ризиків із використанням моделей VaR. The Bank of International Settlements 1994 р. рекомендував банкам оприлюднити свої значення VaR. Базельський комітет із нагляду за банками 1995 р. запропонував банкам використовувати власні моделі оцінювання VaR як основу для розрахування резервів капіталу. Вимоги до розміру резервного капіталу V розраховували як максимум двох величин: поточного значення VaR і середнього VaR за попередні 60 днів, помноженого на фактор у межах 3 і 4.

VaR – один із найпрогресивніших, але не єдиний метод вимірювання ризику. Як альтернативою компанія DuPont вирішила скористатися такою мірою ринкового ризику, як прибуток з

урахуванням ризику (Earnings at Risk – EaR), що вимірює вплив ризику на прибуток. От як сама компанія коментує свій вибір: «Ми можемо виміряти EaR у будь-якому кварталі з урахуванням ринкових змін. Для цього ми спочатку аналізуємо, як на грошові надходження компанії впливають виявлені нами ринкові ризики. Потім розглядаємо їх у комплексі для обґрунтування природних способів нейтралізації. Потім запускаємо комп'ютерну програму, що тисячі разів моделює наші надходження з урахуванням факторів ринкового ризику, волатильності та кореляцій, визначивши їх можливий вплив на прибуток.

У результаті ми бачимо всю картину розподілу ймовірностей одержання прибутку. Особливо нас цікавить збільшений лівий «хвіст» графіка розподілу ймовірностей, що показує відхилення її значень у менший бік від очікуваного значення.

За допомогою EaR компанія DuPont управляє ризиком, орієнтуючись на визначений рівень прибутку і ґрунтуючись на уявленнях про припустимий ризик керівництва компанії та її акціонерів. Компанія вирішує, які ризики вона візьме на себе (після залучення механізму управління і передачі ризиків), маючи можливість виміряти ступінь їх впливу на прибуток. Ця інформація допомагає менеджерам подати широку картину взаємозалежності прибутку, ризику й очікуваного прибутку, а також дозволяє побачити ймовірність досягнення визначеного рівня прибутку (сьогодні це важливий компонент на фондовому ринку).

В Експертні методи оцінювання рівня фінансового ризику застосовують, якщо на підприємстві немає даних для розрахунків економіко-статистичними методами. Ці методи базуються на опитуванні кваліфікованих фахівців (страхових, фінансових, інвестиційних менеджерів відповідних спеціалізованих організацій) із подальшим математичним обробленням результатів цього опитування.

На **першому** етапі ризик-менеджер підбирає потрібну кількість експертів та формує з них групу, яку він буде опитувати. Для визначення їх кількості використовують різні методи.

Наприклад, виходячи із заданого рівня довірчої ймовірності (95 %), кількість експертів повинно бути від 5 до 15.

На **другому** етапі ризик-менеджер складає запитання анкети, відповідаючи на які, експерти оцінюють ймовірність можливих ризикованих подій. Для цього використовують певну бальну шкалу вимірювання ймовірності ризику. Вона може мати, наприклад, три або п'ять категорій ризику. Основою для вибору кількості категорій повинна слугувати розмірність карти ризику. У процесі експертного оцінювання кожний експерт повинен оцінити рівень можливого ризику за певною шкалою в балах, наприклад:

Ризику немає	0
Ризик незначний	10
Ризик, нижчий за середній рівень	30
Ризик середнього рівня	50
Ризик, вищий за середній рівень.....	70
Ризик високий.....	90
Ризик дуже високий	100

Оцінити ризик можна також розбивши його на три рівні ймовірності: низький (1–3 бали), середній (4–6), високий (7–9).

Під час **третього** етапу експерти відповідають на запитання анкети.

На **четвертому** етапі відповіді експертів підлягають математичному обробленню, під час якого розраховують середньозважене оцінювання ймовірності кожного фактора ризику. Вагами при цьому виступають компетентність експерта, яку можна визначити на основі того, наскільки правильні відповіді давав експерт у попередні рази, або з урахуванням певних об'єктивних критеріїв – посади, досвіду роботи і т. ін. Далі одержані середньозважені оцінювання ймовірності факторів ризику підлягають аналізу з позиції узгодженості їхніх думок. Для цього розраховують коефіцієнт варіації або коефіцієнт конкордації. Якщо думки узгоджені, то оцінювання ймовірності використовують для ранжування факторів ризику та побудови карти ризиків.

Щоб одержати більш розгорнену характеристику рівня ризику розглянутої операції, опитування потрібно орієнтувати на окремі види фінансових ризиків, ідентифіковані щодо цієї операції

(процентний, валютний, інвестиційний ризик тощо).

С Аналогові методи оцінювання рівня фінансового ризику дозволяють визначити рівень ризиків окремих наймасовіших фінансових операцій підприємства. При цьому для порівняння можна використати як власний, так і зовнішній досвід таких фінансових операцій.

Використання показників фінансового ризику дозволяє забезпечити чіткий кількісний пропорційний взаємозв'язок ризику та доходності у процесі управління фінансовою діяльністю підприємства.

Потрібний рівень премії за ризик інвестицій у конкретні акції визначають за формулою

$$RP = (R_n - R_f)\beta$$

де RP – рівень премії за ризик акції;

R_n – середня норма прибутковості на фінансовому ринку;

R_f – безризикова норма прибутковості на фінансовому ринку;

β – коефіцієнт «бета», що характеризує рівень систематичного ризику конкретної акції.

Загальний рівень прибутковості фінансових операцій з урахуванням фактора ризику визначають за формулою

$$RD = RP + R_f,$$

де RD – загальний рівень прибутковості конкретної акції з урахуванням фактора ризику;

R_f – безризикова норма прибутковості на фінансовому ринку;

RP – рівень премії за ризик конкретної акції.

Викладений вище методичний інструментарій формування потрібного рівня прибутковості фінансових операцій із урахуванням фактора ризику побудований на цінній моделі ринку капіталу, розроблений Г. Марковіцем і У. Шарпом.

2.3 Управління ризиками

Схема управління фінансовими ризиками є частиною загальної фінансової стратегії підприємства і полягає в розробленні системи заходів щодо нейтралізації можливих негативних фінансових наслідків ризиків, пов'язаних із різними аспектами фінансової діяльності [4, 19, 26, 28–30].

Логіка формування і реалізації схеми управління фінансовими ризиками така сама, як і під час управління іншими видами ризиків. Процес управління ризиком – це систематичний аналіз ризику, вироблення і застосування відповідних заходів для його мінімізації. У цьому процесі виділяють п'ять етапів:

- виявлення ризику;
- оцінювання ризику;
- вибір методів впливу на ризик;
- реалізація обраних методів;
- оцінювання результатів.

Система впливу на фінансові ризики передбачає використання таких основних методів:

- 1) уникнення ризику;
- 2) запобігання збиткові;
- 3) прийняття ризику на себе;
- 4) перенесення ризику:
 - хеджування;
 - страхування;
 - диверсифікація.

Уникнення ризику – це свідоме рішення не піддаватися певному виду ризику. Компанія може вирішити не піддавати себе ризику, пов'язаному з якоюсь операцією або напрямом бізнесу, тому що вони видаються їй надто ризикованими. Але уникнути ризику вдається не завжди.

Запобігання збитку зводиться до дій, спрямованих на зменшення ймовірності втрат і (або) для мінімізації їх наслідків. Такі дії можуть починатися до того, як збитку було завдано, під час

і після завдання збитку.

Прийняття ризику полягає в покритті збитків за рахунок власних ресурсів. Іноді це відбувається само собою, наприклад, якщо фірма не підозрює про існування ризику чи не звертає на нього уваги. Бувають випадки, коли фірми свідомо вирішують піти на ризик. Зокрема, деякі фірми відмовляються від страхового поліса, віддаючи перевагу у разі настання певної події витратити на ліквідацію її наслідків частину своїх коштів.

Перенесення ризику означає перенесення ризику на інших. Продаж ризикованих цінних паперів комусь іншому та придбання страхового поліса – приклади такої стратегії управління ризиком. Інший приклад: ви не починаєте ніяких дій, щоб уникнути ризику, і розраховуєте, що завданий збиток буде покритий за чийсь рахунок.

Серед цих чотирьох прийомів, управління ризиком саме в перенесенні частини чи всього ризику, фінансова система відіграє велику роль. Розрізняють три методи перенесення ризику, які також називають трьома схемами перенесення ризику: хеджування, страхування та диверсифікація.

Хеджування. Про хеджування ризику говорять у тому разі, якщо дії, розпочаті для зниження ризику зазнати збитків, одночасно призводять і до неможливості отримати дохід.

Страхування передбачає виплату страхового внеску чи премії (ціни, що сплачують за страховий поліс) із метою уникнути збитків. Придбаваючи страховий поліс, фірма погоджується мати гарантовані витрати (страховий внесок, що виплачують за поліс) замість імовірності зазнати набагато більший збиток, пов'язаний з браком страховки.

Між хеджуванням і страхуванням є фундаментальна різниця. У разі хеджування компанія усуває ризик зазнати збитків, відмовляючись від можливості отримати дохід. У разі страхування фірма сплачує страховий внесок, усуваючи тим самим ризик зазнати збитків, але зберігаючи можливість отримати дохід.

Диверсифікація виражається у володінні багатьма ризикованими активами замість концентрації всіх капіталовкладень лише в одному з них.

2.4 Ризик-менеджмент у банку

Процес ризик-менеджменту в банку повинен охоплювати всі його структурні рівні – від управлінського (спостережної ради та правління) до рівня, на якому безпосередньо приймаються та/або генеруються ризики [5, 9, 19, 31].

До процесу ризик-менеджменту повинні бути залучені такі функціональні та структурні підрозділи банку:

- спостережна рада – у межах своїх функцій та відповідальності перед власниками банку, вкладниками/контрагентами та органами банківського нагляду;
- правління банку – у межах своїх повноважень та відповідальності перед спостережною радою банку, вкладниками/контрагентами та органами банківського нагляду;
- підрозділ із ризик-менеджменту – у межах своїх функцій щодо виявлення, кількісного та якісного оцінювання, контролю та моніторингу ризиків;
- бек-офіси – у межах своїх функцій контролю за дотриманням встановлених вимог;
- фронт-офіси – у межах своїх функцій прийняття банком ризиків у рамках доведених повноважень.

Функції усіх вищезазначених підрозділів повинні бути чітко визначені та задокументовані, а банк повинен зробити все належне для уникнення конфлікту інтересів між ними.

Кожному банку рекомендується розробити систему внутрішньобанківських нормативних документів щодо ризик-менеджменту. Необхідно забезпечити своєчасну актуалізацію внутрішньобанківської нормативної бази у разі зміни вимог законодавчого, регулятивного чи нормативного характеру, організаційної структури банку та зміни рівня толерантності банку до ризику. Банк повинен забезпечити доведення внутрішньобанківської нормативної бази до відома всіх відповідальних виконавців, зокрема через періодичне навчання та підвищення кваліфікації. З метою піднесення ефективності процесу створення внутрішньобанківської нормативної бази банку рекомендується залучати членів спостережної ради банку до

ключових етапів створення регламентних документів банку, що повинні затверджуватися на рівні спостережної ради.

Рекомендується, щоб концепція управління ризиками банку також затверджувалася рішенням спостережної ради та містила такі аспекти:

- мета та основні завдання концепції;
- межі застосування концепції;
- сутність процесу управління ризиками;
- карту та визначення основних категорій ризиків;
- визначення основних принципів управління ризиками;
- визначення рівня толерантності банку до ризиків;
- перелік обов'язкових політик банку щодо управління основними категоріями ризиків;
- організаційну структуру, делегування повноважень та прийняття рішень у процесі управління ризиками. Зокрема, розмежування функцій і відповідальності спостережної ради і правління банку, профільних комітетів і підрозділів банку в процесі управління ризиками;
- встановлення єдиних принципів ідентифікації та оцінювання ризиків банку;
- встановлення ефективної системи підтримання прийняття управлінських рішень з урахуванням рівня ризиків, з яким працює банк;
- передбачення вимоги щодо дотримання встановлених політик, процедур і регламентів під час проведення банківських операцій;
- забезпечення життєздатності банку в кризових ситуаціях (у разі системної кризи або стану, близького до системної кризи).

У бізнес-планах, політиках, положеннях та процедурах рекомендовано зазначати реальні шляхи досягнення встановлених цілей і виконання передбачених процесів. Основною вимогою до цих документів є їх узгодженість між собою та стратегічними документами банку.

Також рекомендується, щоб політики управління основними категоріями ризиків затверджувалися спостережною радою або правлінням банку та мали таку структуру викладення:

- загальні положення та визначення ключових термінів;
- цілі документа;
- межі застосування політики;
- карта ризиків. У цьому розділі доцільно навести перелік і визначення ризиків, на які поширюється ця політика;
- положення політики. У цьому розділі рекомендується визначити принципи управління ризиками, розподіл повноважень і взаємодію між учасниками процесу управління ризиками (спостережною радою, правлінням, профільними комітетами, фронт- і бек-офісами), структуру лімітів, моделі оцінювання та прогнозування ризиків тощо;
- звітність. Розділ повинен містити ключові елементи процесу підготовки і подання звітності. Форми звітності потрібно навести в додатках;
- системи інформаційної підтримки. Розділ повинен визначати системи інформаційних технологій для ризик-менеджменту і основні вимоги щодо розроблення нових систем (автоматизована банківська система, спеціалізоване програмне забезпечення тощо);
- супровід політики. У цьому розділі можна зазначити перелік підрозділів, що мають супроводжувати політику та системи інформаційної підтримки;
- заключні положення. У цьому розділі можна навести терміни перегляду політики і визначений регламент внесення змін;
- додатки. У додатках повинна бути подана інформація щодо методик, регламентів, інструкцій, техніки оцінювання ризиків, теоретичного обґрунтування моделей, процедури перевірки адекватності моделей, прикладів звітів тощо.

Регламентні документи колегіальних органів, функціональних і територіальних підрозділів, посадові інструкції, ліміти та повноваження розробляються та доводяться до відома для виконання відповідно до практики корпоративного управління в банку і забезпечують здійснення банківських операцій.

Правління банку є виконавчим органом банку, який несе відповідальність за безпосередню організацію та реалізацію процесу ризик-менеджменту в банку, тобто за забезпечення

виявлення (ідентифікації), оцінювання, контролю та моніторингу ризиків, урахуваючи взаємний вплив ризиків.

Для реалізації цього завдання бажано щоб правління банку:

- розуміло всі без винятку ризики, з якими банк працює або планує працювати, а також взаємний вплив різних ризиків;
- забезпечило розроблення та відображення у внутрішньобанківських нормативних документах власне бачення класифікації ризиків та їх визначень (карту ризику) та періодично (не рідше одного разу на рік) здійснювало перегляд цих документів з метою їх актуалізації;
- забезпечило розроблення та затвердило внутрішньобанківські нормативні документи щодо управління окремими ризиками (як мінімум усіма значними для цього банку), зокрема щодо їх прийняття, обмеження, уникнення, страхування та хеджування, а також забезпечило постійну адекватність і ефективність цих документів через внесення до них відповідних змін у відповідь на зміни зовнішніх або внутрішніх факторів;
- забезпечило розроблення та затвердило внутрішньобанківські положення та процедури щодо кількісного та якісного оцінювання ризиків. Забезпечило здійснення періодичного перегляду (не рідше одного разу на рік) цих процедур та положень із метою їх актуалізації та врахування останніх методичних та програмних розроблень у практиці ризик-менеджменту;
- установлювало і застосовувало належні й ефективні процедури і засоби контролю за процесом управління ризиками, забезпечувало здійснення моніторингу дотримання цих процедур і засобів контролю, а також їх постійну адекватність та ефективність шляхом перегляду та внесення потрібних змін;
- забезпечило розроблення та доведення до відома відповідних працівників банку планів на випадок кризових обставин із метою поінформування їх про можливі додаткові обов'язки та порядок дій у кризових ситуаціях.

Підрозділ банку з ризик-менеджменту – це структурний підрозділ банку, в якому зосереджені функції управління ризиками конкретного банку. Основною вимогою до цього підрозділу є його повна незалежність (структурна та фінансова) від підрозділів

банку, що безпосередньо приймають ризики (фронт-офісів) та підрозділів, які реєструють факт прийняття ризику та контролюють його величину (бек-офісів). Крім того, керівникові підрозділу з ризик-менеджменту бажано мати достатньо високий статус у банку для забезпечення його незалежності від керівників інших операційних чи функціональних підрозділів.

Рекомендується, щоб керівник підрозділу з ризик-менеджменту був членом правління банку, а також його профільних комітетів та мав право вето на рішення цих комітетів, якщо вони можуть призвести до здійснення ризикових операцій, що становитимуть загрозу інтересам вкладників, інших кредиторів банку та його власників або завдадуть шкоди належному веденню банківської діяльності.

Підрозділ із ризик-менеджменту бажано підпорядковувати безпосередньо голові правління (керівникові вищого виконавчого органу банку).

Українським банкам важливим є забезпечення уникнення будь-якого конфлікту інтересів між підрозділом із ризик-менеджменту та іншими підрозділами банку (фронт- та бек-офісами), а також комплектація цього підрозділу висококваліфікованими кадрами. З цією метою банкам наполегливо рекомендується:

- у процесі фінансового планування виділяти в бюджеті (кошторисі) банку витрати на утримання та забезпечення підрозділу з ризик-менеджменту окремо від витрат на утримання та забезпечення інших підрозділів банку;
- установити такий механізм оплати праці працівників підрозділу з ризик-менеджменту, який не мав би жодної залежності від рівня ризику, який бере на себе банк, або у будь-який інший спосіб не стимулював би порушення його незалежності;
- забезпечувати постійне підвищення кваліфікації працівників підрозділу.

Підрозділ із ризик-менеджменту є окремим структурним підрозділом банку і може мати будь-яку назву: департамент, управління, відділ тощо. Виходячи із принципу превалювання сутності над формою, він оцінюється не за своєю назвою, а за своїми функціями.

До функцій підрозділу з ризик-менеджменту належать:

- забезпечення проведення кількісного та якісного оцінювання або формалізованого аналізу на основі визначених показників тих ризиків, на які наражається банк або які можуть надалі з'явитися в його діяльності;
- розроблення та подання на затвердження правління банку методик оцінювання ризиків. Ці методики повинні забезпечувати можливість зіставлення різних ризиків, а також величини одного ризику в часі;
- розроблення інфраструктури для одержання даних від інших систем, створення системи для автоматизованого ведення та оброблення бази даних щодо ризиків, а також для забезпечення безперервного моніторингу й оцінювання різних ризиків;
- розроблення та актуалізація засобів аналізу ризиків і методик для нових та діючих моделей, зокрема їх бек-тестування;
- накопичення спостережень (історичних даних) для порівняльного аналізу;
- здійснення моніторингу даних щодо позицій і цін, ризикових позицій;
- ідентифікація та моніторинг порушення лімітів;
- аналіз можливих сценаріїв;
- підготовка загального опису ризикових позицій і звітування щодо них правлінню (або, у разі потреби, спостережній раді банку або її комітету);
- забезпечення координації з іншими підрозділами та сферами діяльності банку;
- на основі проведеного аналізу величини ризиків банку та всіх факторів, що можуть призводити до її зниження (страхування, хеджування тощо), а також рівня розвитку систем управління конкретними ризиками, надання рекомендацій на розгляд правління щодо подальшої тактики роботи з цими ризиками, зокрема за допомогою встановлення лімітів та інших обмежень, до заборони проведення операції;
- надання рекомендацій спостережній раді та правлінню щодо потрібних вимог до капіталу з метою покриття неочікуваних збитків і збитків, пов'язаних з ризиками, виявленими

(ідентифікованими) і вимірними кількісно з використанням методики найгіршого сценарію;

- надання допомоги спостережній раді та правлінню у розробленні та впровадженні політик, положень і процедур з управління ризиками.

Управління ризиками в банківській групі – це сукупність методів, прийомів і заходів, за допомогою яких у банківській групі забезпечується виявлення (ідентифікація) ризиків, проводиться кількісне та якісне оцінювання, здійснюються контроль та моніторинг ризиків, ураховуються взаємозв'язки між різними категоріями (видами) ризиків, а також прогнозується настання ризикових подій і вживаються заходи щодо упередження негативних наслідків.

Процес управління ризиками в банківській групі має охоплювати всі його структурні рівні – від органів управління в банківській групі до рівня, на якому безпосередньо приймається або генерується ризик.

Формування системи ризик-менеджменту в банківській групі має ґрунтуватися на таких принципах:

- безперервність процесу виявлення, вимірювання та контролю усіх видів ризиків банківської групи на всіх рівнях;
- максимальна уніфікація процедур та методології ризик-менеджменту в учасниках банківської групи;
- запровадження системи лімітів для обмеження концентрації кредитного ризику на одного контрагента, одного інсайдера, групу пов'язаних контрагентів банківської групи;
- запровадження системи лімітів для обмеження ризику банківської групи, пов'язаного з участю учасників банківської групи в статутному капіталі юридичної особи, що не є фінансовою установою;
- забезпечення оперативності збирання відповідної звітності учасників банківської групи з метою складання звітів про ризики банківської групи;
- стимулювання учасників банківської групи до постійного вдосконалення системи ризик-менеджменту та зацікавленості в її практичному застосуванні.

Під час розроблення плану подолання кризи ліквідності в разі виникнення непередбачених обставин відповідальна особа банківської групи повинна дотримуватися принципів Базельського комітету з питань ефективного управління ліквідністю.

Відповідальна особа банківської групи повинна визначити і впровадити принципи концентрації кредитного ризику на одного контрагента, групу взаємозв'язаних контрагентів за галузями або секторами економіки, за географічними регіонами, за видами фінансових інструментів.

Моніторинг упровадження принципів концентрації кредитного ризику відповідальна особа банківської групи повинна здійснювати один раз на півроку, приділяючи особливу увагу істотним відхиленням фактичних результатів від прогнозних.

2.5 Прийняття оптимальних рішень в умовах невизначеності

Критерії оптимальності

Невизначеність, пов'язану з відсутністю інформації про ймовірності станів середовища (природи), називають «безнадійною» [4, 9, 10, 29, 30].

У таких випадках для визначення найкращих рішень використовують критерії:

- критерій гарантованого результату (максимінний критерій Вальда) – це песимістичний за своєю суттю критерій, тому що береться до уваги лише найгірший із усіх можливих результатів кожної альтернативи. Цей підхід установлює гарантований мінімум, хоча фактичний результат може й не бути настільки поганим;

- критерій оптимізму (критерій максимаксу) відповідає оптимістичній наступальній стратегії. Тут не береться до уваги ніякий можливий результат, крім найкращого;

- критерій песимізму характеризується вибором гіршої альтернативи з гіршим із усіх гірших значень окупності;

- критерій мінімаксного ризику Севіджа можна розглядати як критерій найменшої шкоди, яка визначає гірші можливі наслідки для кожної альтернативи й вибирає альтернативу із кращим із поганих значень;

- критерій узагальненого максимуму (песимізму – оптимізму) Гурвіца дозволяє враховувати стан між крайнім песимізмом і невтримним оптимізмом.

У певних обставинах кожний із цих методів має свої переваги й недоліки, що можуть допомогти у виробленні розв'язку.

При порівняльному аналізі критеріїв ефективності недоцільно зупинятися на виборі єдиного критерію, тому що в ряді випадків це може призвести до невиправданих розв'язків, що спричиняють значні втрати економічного, соціального й іншого змісту. Тому в зазначених ситуаціях є необхідність застосування декількох критеріїв у сукупності. Наприклад, поряд із критерієм гарантованого результату може бути використаний критерій Севіджа, критерій оптимальної поведінки може доповнюватися застосуванням песимістичного критерію і т. ін.

Застосування різних критеріїв ефективності для різних завдань вибору оптимальних розв'язків в умовах невизначеності показує, що підхід, який базується на комплексному застосуванні зазначених критеріїв, може стати визначальним.

Критерій гарантованого результату

Його також називають максимумним критерієм Вальда. Сутність цього критерію полягає в такому. ОПР має у своєму розпорядженні безліч стратегій (варіантів, альтернатив) вирішення проблеми:

$$P = \{P_i\}, i = \overline{1, m};$$

Зазначені стратегії вважаються контрольованими (керованими) факторами. Поряд із факторами керованими діють фактори, що не піддаються контролю. Позначимо їх через

$$II = \{II_j\}, j = \overline{1, n}.$$

P_i можуть бути технічними параметрами проєктованих систем, економічними показниками стану підприємства, різними варіантами вирішення поставлених завдань і т. п.

Фактори II_j становлять рівень попиту на товари, пропоновані фірмою, ринкові ціни, умови експлуатації технічних і виробничих систем, дії конкурентів і т. ін.

Для оцінювання ефективності прийнятих розв'язків вводимо показник ефективності E та вважаємо, що функція $E(P, \Pi)$ є відомою. Оскільки фактори P і Π є дискретними, то й ефективність E також – безліч дискретних чисел. Таким чином, кожній точці контрольованих і неконтрольованих факторів (P_i, Π_j) ставиться у відповідність значення ефективності E . Отже, можна побудувати матрицю $E = \|e_{ij}\|$, яка подана у вигляді табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Матриця ефективності

$P \backslash \Pi$	Π_1	Π_2	...	Π_n	$\min_j e_{ij}$
P_1	e_{11}	e_{12}	...	e_{1n}	$\min e(P_1, \Pi)$
P_2	e_{21}	e_{22}	...	e_{2n}	$\min e(P_2, \Pi)$
...
P_m	e_{m1}	e_{m2}	...	e_{mn}	$\min e(P_m, \Pi)$

Для кожного контрольованого фактора P_i (рядка) знаходиться мінімальний фактор, унаслідок цього визначається набір значень показника ефективності $\min e(P_1, \Pi)$, $\min e(P_2, \Pi)$, ..., $\min e(P_m, \Pi)$. Порівнюючи одержані величини, обирають керований фактор P_r , за якого забезпечується максимальне значення $E(P, \Pi)$.

Таким чином, критерій гарантованого результату (максимінний критерій Вальда) записується у вигляді

$$E_r = \max_i \min_j E(P, \Pi).$$

Цей критерій забезпечує максимізацію мінімального виграшу або, що те саме, мінімізацію максимальних втрат, які можуть бути під час реалізації однієї зі стратегій. Критерій простий і чіткий, але консервативний у тому розумінні, що орієнтує розв'язок на занадто обережну лінію поведінки. Величина, відповідна до максимального критерію, називається нижньою ціною гри, під якою потрібно розуміти максимальний виграш, що гарантується у грі з даним супротивником вибором однієї зі своїх стратегій за мінімальних результатів. Це перестраховальна позиція крайнього песимізму, розрахована на

гірший випадок. Така стратегія прийнятна, наприклад, коли гравець не настільки зацікавлений у великій удачі, але прагне себе застрахувати від несподіваних програшів. Вибір такої стратегії визначається ставленням гравця до ризику.

Критерій оптимізму

При використанні цього критерію, що має також назву критерію максимаксу, ОПР орієнтується на те, що умови функціонування аналізованих систем будуть для нього найбільш сприятливими. Внаслідок цього оптимальним розв'язком є стратегія, що приводить до одержання найбільшого значення критерію оптимальності в платіжній матриці. Цей критерій доцільно застосовувати в тому разі, якщо є принципова можливість вплинути на функції протилежного боку.

Якщо аналізується матриця ефекту $E(P, \Pi)$ того або іншого виду, то вибір керованих факторів здійснюється таким чином, щоб забезпечити максимум ефекту. У цьому разі критерій оптимізму записується у вигляді

$$E_o = \max_i \max_j E(P, \check{I}).$$

Критерій песимізму

На відміну від критерію оптимізму, коли ОПР орієнтується на найбільш сприятливе зовнішнє середовище, яке є неконтрольованим, і на оптимальне використання керованих факторів, при використанні принципу песимізму передбачається, що керовані фактори можуть бути використані несприятливим чином:

$$E_r = \min_i \min_j E(P, \check{I}),$$

де $E(P, \Pi)$ – функція ефективності прийнятих розв'язків.

Застосування цього принципу може викликати деякий сумнів, якщо врахувати, що фактори P є контрольованими і їх потрібно використовувати оптимальним у тому або іншому розумінні. Проте в реальних ситуаціях у ряді завдань може виявитися неможливим контроль над неконтрольованими факторами, що належать безлічі P . Особливо це стосується завдань, пов'язаних із необхідністю обліку фактора часу.

До них можна віднести такі завдання: соціально-економічне прогнозування; довгострокове планування; проектування складних об'єктів та ін.

Наприклад, витрати виробництва є контрольованими факторами на коротких тимчасових інтервалах. Проте при аналізі тривалих процесів, які становлять кілька років, деякі елементи зазначених витрат стають неконтрольованими. До таких елементів можна віднести вартість електроенергії, вартість матеріалів і покупних виробів і т. ін.

Іншим прикладом є визначення обсягів виробництва продукції підприємства. Цей показник також можна вважати керованим фактором. Але він залежить від різних факторів, що можуть істотно застосовуватися в процесі виробництва. При цьому зазначені фактори належать до внутрішнього середовища підприємства: рівень конструкторської та технологічної підготовки виробництва, тип використовуваного устаткування, кваліфікація працюючих та ін.

Критерій мінімаксного ризику Севіджа

Під час використання перелічених вище критеріїв можливі ситуації, коли неконтрольовані фактори будуть діяти більш сприятливим чином порівняно з найгіршим станом, на який орієнтувалося *ОПП*. Наприклад, погодні умови виявляються більш сприятливими порівняно із прогнозованими. Кількість конкурентів на тих або інших ринках виявляється істотно меншою порівняно з тими очікуваннями, на які орієнтувалися виробники.

У подібних ситуаціях корисний результат може значно відрізнятись від того, який забезпечується під час реалізації критерію гарантованого результату або критерію песимізму.

Тому виникає необхідність визначення можливих відхилень одержаних результатів від їх оптимальних значень. Тут знаходить застосування критерій Севіджа. Вибір стратегії аналогічний вибору стратегії за принципом Вальда з тією відмінністю, що гравець керується матрицею ризиків $R = \|r_{ij}\|$ або матрицею упущених можливостей, побудованою на основі матриці виграшів E .

Величина ризику – це розмір плати за відсутність інформації про стан середовища. Ризиком r_{ij} гравця за використання ним стратегії P_i і при стані середовища Π_j будемо називати різницю між виграшем, який гравець одержав би, якби він знав, що стан середовища буде Π_j , і виграшем, який гравець одержить, не маючи цієї інформації.

Знаючи стратегію Π_j , гравець обирає ту стратегію, за якої його виграш максимальний, тобто

$$r_{ij} = \beta_j - e_{ij},$$

де $\beta_j = \max_{1 \leq i \leq m} e_{ij}$ за заданого значення j .

Критерій Севіджа формулюється так:

$$E_{rc} = \min_i \max_j R(P, \Pi).$$

Таким чином, критерій Севіджа мінімізує можливі втрати. Основним вихідним допущенням цього критерію є припущення про те, що на вибір варіантів обстановки впливають дії розумних супротивників (природи), інтереси яких прямо протилежні інтересам ОПР. Тому, якщо в супротивників (конкурентів) є можливість витягти які-небудь переваги, то вони це обов'язково зроблять. Ця обставина змушує ОПР забезпечити мінімізацію втрат унаслідок цих дій.

Критерій узагальненого максимуму (песимізму-оптимізму) Гурвіца

Критерій Гурвіца дозволяє враховувати комбінації найгірших станів. Цей критерій при виборі розв'язку рекомендує керуватися деяким середнім результатом, що характеризує стан між крайнім песимізмом і невтримним оптимізмом.

Відповідно до цього компромісного критерію для кожного розв'язку визначається лінійна комбінація мінімального й максимального виграшів

$$E_i = \{k \min_{1 \leq j \leq n} e_{ij} + (1 - k) \max_{1 \leq j \leq n} e_{ij}\}$$

і перевага віддається варіанту розв'язку, для якого виявиться максимальним показник E_i , тобто

$$E_{ir} = \max_{1 \leq i \leq m} \{k \min_{1 \leq j \leq n} e_{ij} + (1-k) \max_{1 \leq j \leq n} e_{ij}\},$$

де k – коефіцієнт, розглянутий як показник оптимізму ($0 \leq k \leq 1$).

За $k = 0$ критерій Гурвіца збігається з максимальним критерієм, тобто орієнтація на граничний ризик, тому що більший виграш пов'язаний, зазвичай, із більшим ризиком. При $k = 1$ – орієнтація на обережну поведінку. Значення k між 0 і 1 є проміжними між ризиком і обережністю й вибираються залежно від конкретної обстановки й схильності до ризику ОПР.

Зведемо всі критерії оптимальності в табл. 2.4

Таблиця 2.4 – Таблиця коефіцієнтів оптимальності

Показник	Формула	Назва
Найбільша обережність	$E_r = \max_i \min_j e_{ij}$	Критерій гарантованого результату (Вальда)
Найменша обережність	$E_o = \max_i \max_j e_{ij}$	Критерій оптимізму
Крайня обережність	$E_t = \min_i \min_j e_{ij}$	Критерій песимізму
Мінімальний ризик	$E_{rc} = \min_i \max_j r_{ij}$	Критерій Севіджа
Компроміс розв'язку	у $E_{ir} = \max_{1 \leq i \leq m} \{k \min_{1 \leq j \leq n} e_{ij} + (1-k) \max_{1 \leq j \leq n} e_{ij}\}$ $E_{ir} = \min_{1 \leq i \leq m} \{k \min_{1 \leq j \leq n} r_{ij} + (1-k) \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij}\}$ ($0 \leq k \leq 1$)	Критерій Гурвіца Критерій Гурвіца щодо матриці ризиків

Оптимальність за Парето

Аналіз розв'язків при багатьох критеріях значною мірою зводиться до організації в тій або іншій формі взаємодії з ОПР, що може розв'язати проблему порівняння різних критеріїв. Проте існує досить обмежене середовище, в якому застосування суто

формального аналізу без звертання до ОПР виявляється досить корисним. Мова йде про виділення так званої безлічі ефективних або оптимальних за Парето альтернатив.

Легко зрозуміти, що альтернатива, що не є ефективною, ні за яких умов не може розглядатися як розв'язок задачі. Адже для неефективної альтернативи існує інша, що переважає її за всіма критеріями. Звідси випливає найважливіший критерій раціональності процесу розроблення розв'язку: обраний варіант повинен бути ефективним.

Ефективною вважається така альтернатива, для якої не існує іншої, що не поступається їй за всіма критеріями й хоча б за одним переважає її. Як же відшукувати ефективні розв'язки? Основне тут полягає в тому, що після того як сформульовані критерії, завдання відшукування безлічі ефективних розв'язків на заданій безлічі альтернатив є хоч і складним, але цілком формальним завданням, що не вимагає для свого вирішення звертання до ОПР. У багатьох випадках безліч ефективних альтернатив можна відшукати, вирішуючи завдання з інтегральним критерієм оптимальності, що є сумою окремих частин критеріїв зі змінними вагами. При цьому не має значення, які ваги брати для початку процесу. Однаково перебираються з якимось заданим кроком усі можливі комбінації на відріжку від 0 до 1. Після того як виділено безліч ефективних альтернатив, ОПР може вибрати одну з них, але будувати з них комбінації навіть у тих випадках, коли така комбінована альтернатива має сенс, не можна. Вона може виявитися неефективною й не може розглядатися як розв'язок задачі.

Ми відзначали, говорячи про різні алгоритми розв'язання багатокритеріальних завдань, що вони фактично відрізняються один від одного формою питань, що задаються ОПР. Дуже часто намагаються сформулювати ці питання таким чином, щоб ОПР назвала відносні ваги (коефіцієнти важливості або значущості) окремих критеріїв, а потім будують так звану згортку критеріїв, тобто за інтегральний показник якості альтернативи беруть суму окремих критеріїв із коефіцієнтами важливості.

Така методика використовується настільки часто, що іноді починає сприйматися як єдино можлива. До її переваг, крім

простоти, потрібно віднести те, що одержувана за такого підходу альтернатива свідомо буде ефективною. Проте застосування цієї схеми ґрунтується на додаткових припущеннях, що не завжди виправдані. З математичної точки зору така сума часткових критеріїв із коефіцієнтами важливості є не що інше, як адитивна функція цінності. Для того щоб така логічна конструкція правильно відтворювала систему переваг ОПР, необхідно (на цей рахунок доведені відповідні теореми), щоб використовувані для оцінювання альтернатив критерії мали властивість взаємної незалежності щодо переваги.

Список використаної літератури

1. Балабанов И. Т. Риск-менеджмент / И. Т. Балабанов. – М. : Финансы и статистика, 1996. – 192 с.
2. Балдин К. В. Риск-менеджмент / К. В. Балдин. – М. : Эксмо, 2006. – 368 с.
3. Белокрылова О. С. Риск-менеджмент / О. С. Белокрылова, Н. Н. Малашихина. – М. : Феникс, 2004. – 320 с.
4. Бланк И. А. Управление финансовыми рисками / И. А. Бланк. – Ника-Центр, 2005. – 600 с.
5. Брайтон Л. Риск-менеджмент. Практика ведущих компаний / Л. Брайтон, П. Уокер, У. Шенкир. – М. : Вильямс, 2008. – 208 с.
6. Брігхем Е. Основи фінансового менеджменту : пер. з англ. / Е. Брігхем. – К. : Молодь, 1997. – 1000 с.
7. Гончаренко Л. П. Риск-менеджмент / Л. П. Гончаренко, С. А. Филин. – М. : КноРус, 2008. – 216 с.
8. Грачева М. Риск-менеджмент инвестиционного проекта / М. Грачева. – М. : Юнити –Дана, 2009. – 544 с.
9. Дегтярева О. И. Управление риском в международном бизнесе / О. И. Дегтярева. – М. : МГИМО, 2006. – 272 с.
10. Долматов А. С. Математические методы риск-менеджмента : учебник / А. С. Долматов. – М. : Экзамен, 2007. – 320 с.
11. Евстафьев И. Н. Тотальный риск-менеджмент / И. Н. Евстафьев. – М. : ЭКСМО, 2008. – 208 с.
12. Камінський Б. Економічний ризик та методи його вимірювання: навч. посіб. / Б. Камінський. – К. : Вид. дім «Козаки», 2002. – 120 с.
13. Лаврушин О. И. Банковские риски : учебное пособие / О. И. Лаврушин. – М. : Кнорус, 2007. – 232 с.
14. Мельников А. И. Риск-менеджмент: стохастический анализ рисков в экономике финансов и страхования / А. И. Мельников. – М. : Анкил, 2003. – 159 с.
15. Орел С. М. Ризик. Основні поняття / С. М. Орел, М. С. Мальований. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2008. – 88 с.

16. Резниченко В. Ю. Риск-менеджмент : учебное пособие / В. Ю. Резниченко. – М. : МЭСИ, 2004. – 100 с.
17. Риск-менеджмент : учебник / В. Н. Вяткин, И. В. Вяткин, В. А. Гамза, под ред. И. Юргенса. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2003. – 512 с.
18. Рогов М. А. Риск-менеджмент / М. А. Рогов. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 120 с.
19. Синки Дж. Управление финансами в коммерческих банках / под ред. Р. Я. Левиты, Б. С. Пинскера. – М. : Catallaхu, 1994. – 820 с.
20. Старостіна А. О. Ризик-менеджмент: теорія та практика : навч. посіб. / А. О. Старостіна, В. А. Кравченко. – К. : ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004. – 200 с.
21. Ступаков В. С. Риск-менеджмент : учебное пособие / В. С. Ступаков, Г. С. Токаренко. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 288 с.
22. Управління ризиками в інноваційній діяльності / О. Є. Кузьмін, Н. Ю. Подольчак, Н. І. Подольчак. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2009. – 176 с.
23. Филина Ф. Н. Риск-менеджмент / Ф. Н. Филина. – М. : ГроссМедиа, РОСБУХ, 2008. – 323 с.
24. Фомичев А. Н. Риск-менеджмент : учебник / А. Н. Фомичев. – М. : Дашков и К, 2008. – 376 с.
25. Фролов С. М. Банківська справа та основи митного регулювання в Україні: теорія та практика : навчальний посібник / С. М. Фролов. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2004. – 368 с.
26. Хохлов Н. В. Управление риском / Н. В. Хохлов. – М. : Юнити-Дана, 2001. – 240 с.
27. Чернова Г. В. Управление рисками : учебное пособие / Г. В. Чернова, А. А. Кудрявцев. – М. : ТК Велби, Проспект, 2007. – 160 с.
28. Шапкин А. С. Риск-менеджмент: теория риска и моделирование рисков ситуаций / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. – М. : Дашков и К, 2005. – 880 с.
29. Шапкин А. С. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. – Дашков и К, 2008. – 544 с.
30. Энциклопедия финансового риск-менеджмента / под ред. А. А. Лобанова, А. В. Чугунова. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2009. – 932 с.
31. Про схвалення Методичних рекомендацій щодо організації та функціонування систем ризик-менеджменту в банках України, Постанова Правління НБУ № 361 від 02.08.2004 р.

Тема 3 Побудова оптимального портфеля фінансових інструментів

3.1 Теоретичні підходи до створення портфеля фінансових інструментів

Інвестиційний портфель, його сутність та основні види

Для будь-якої економіки основною проблемою є проблема грошей. Гроші як товар за умов інфляції існують у надлишку, проте за умов активізації інвестиційного процесу й стабілізації грошової одиниці відчувається їх гостра нестача.

Суспільство розподіляється на дві верстви. При цьому переважна частина населення не знає, як заробити гроші, натомість менша (активніша) частина не знає, як їх використати. Завдяки цьому виникають умови для створення сприятливого середовища розвитку кредитно-інвестиційних відносин.

На сучасному етапі економічного розвитку інвестиційна активність індивідуальних інвесторів та юридичних осіб передбачає вкладення тимчасово вільних коштів не в один, а у велику кількість інвестиційних об'єктів, генеруючи тим самим певну диверсифіковану сукупність їх. Такий метод дістав назву портфельне інвестування [5].

Портфельна теорія інвестування широко подана у перекладних виданнях зарубіжних вчених, таких як Г. Марковіц, У. Шарп, Дж. Тобін, У. Беррі, Р. Вінс, Е. Найман, Ю. Брігхем, Л. Гапенскі, Р. Брейлі, С. Майєрс та ін. Також проблемами портфельного інвестування займається ряд українських та російських вчених, серед яких: А. А. Пересада, І. А. Бланк, А. Н. Буренін, Н. А. Купрій, Я. Н. Міркін, Д. Молодцов, К. А. Стрижиченко, Н. Притула, В. В. Ковальов, Л. П. Белих, В. В. Бочаров, Т. В. Теплова, М. І. Тренєв, О. В. Мертенс та інші.

Математичні основи портфельного інвестування в активи фондового ринку були закладені такими зарубіжними вченими, як Г. Марковіц, У. Шарп, Дж. Гітман, С. Розенберг. Розробленню математичного апарату в задачах оптимізації структури портфеля цінних паперів на пострадянському просторі присвячено наукові

праці Ю. П. Лукашина, В. С. Міхалевіча, О. В. Мертенса, О. В. Пешко, А. В. Матвійчука, А. В. Сігала та ін. Моделювання складних процесів, що відбуваються на фондових ринках, питаннями адаптивного прогнозування їхніх тенденцій та розробленням відповідних інформаційно-аналітичних систем підтримки прийняття рішень займаються вітчизняні наукові школи під керівництвом О. Д. Шарапова, В. В. Вітлінського, В. М. Соловйова та інші.

Разом з тим не можна не погодитися з думкою І. Г. Лук'яненка [34], який зазначає, що залишається невирішеним широке коло питань, пов'язаних з управлінням інвестиціями, формуванням інвестиційних стратегій з урахуванням нестабільності зовнішнього середовища, порівняльний аналіз економіко-математичних методів для формування оптимального інвестиційного портфеля з урахуванням особливостей фондових ринків, що виникли на пострадянському просторі, оптимізація інвестиційної діяльності при роботі на фондовому ринку в умовах кризи.

Серед науковців, які займаються питаннями портфельної теорії, немає єдності у визначенні сутності інвестиційного портфеля.

Так, А. А. Пересада, Т. В. Майорова, О. Г. Шевченко, Ю. М. Коваленко, С. В. Урванцева зазначають, що інвестиційний портфель можна визначити як цілеспрямовано сформовану сукупність об'єктів фінансового та (або) реального інвестування, призначену для реалізації попередньо розробленої стратегії, що визначає інвестиційну мету [36, 51].

В. Ф. Максимова [37] дає більш вузьке визначення інвестиційного портфеля як сукупності цінних паперів, що розглядаються під час управління як єдине ціле. В. І. Плаксін вважає, що інвестиційний портфель – це сукупність цінних паперів, що належать підприємству, з різними термінами погашення і неоднаковою дохідністю, ризикованістю і ліквідністю [53]. З подібними визначеннями погоджуються Л. М. Макаревич, Б. А. Райзберг, В. С. Сухарський та ін.

Можна погодитися з думкою В. Г. Сословського [60] та О. В. Москаленко [41], що якщо зауважити, що портфель – це

група об'єктів, які є однорідними за певними характеристиками, то поняття «інвестиційний портфель» включає в себе різні види портфельів, які можна визначити залежно від видів інвестицій в їх складі.

Управління портфелем потребує зваженого підходу і дає найкращі результати завдяки ретельному аналізу потреб інвестора, а також прийнятних для включення в портфель інвестиційних інструментів. При формуванні портфеля необхідно зважати на такі умови: необхідний рівень поточного доходу, збереження й приріст капіталу, податкові аспекти, ризик тощо.

Відповідно до цілей інвестування до портфеля входять фінансові інструменти, вкладання коштів у які має різну мету і формування яких зазнає впливу багатьох суб'єктивних та об'єктивних чинників, зокрема:

- фінансових можливостей інвестора (внутрішнє джерело фінансування);
- можливостей залучення зовнішніх джерел фінансування з метою інвестування (вітчизняних та іноземних);
- інвестиційного клімату в державі;
- кон'юнктури інвестиційного ринку;
- особистих якостей інвестора (агресивності економічної стратегії, схильності інвестора до ризику, здатності ефективно керувати портфелем, здатності миттєво реагувати на зміни й ухвалювати відповідні рішення тощо).

Аналіз усіх чинників дає інвесторові змогу обрати одну або кілька цілей, згідно з якими формують інвестиційний портфель. Сформований портфель можна віднести до конкретного типу, що вимагає відповідних методів управління та нагляду [15].

Як зазначалося раніше, останніми роками в економічній літературі дедалі частіше трапляються поняття «портфель інвестиційних проектів», «портфель реальних інвестиційних проектів», «портфель реальних інвестицій». Деякі автори ототожнюють ці поняття з поняттям «інвестиційний портфель», маючи на увазі, що всі вкладення у фінансові й реальні інвестиції з різними цілями можна включати до одного портфеля і, відповідно, здійснювати управління одними й тими самими методами.

На нашу думку, портфель реальних інвестиційних проектів можна розглядати як певний вид інвестиційного портфеля, який формують окремі суб'єкти інвестиційної діяльності: корпорації, інститути спільного інвестування тощо.

Портфелі реальних проектів, що мають забезпечувати розвиток компанії, створення нових робочих місць, за певних обставин дотує держава. Відмітними рисами таких проектів є невисока прибутковість, низька ліквідність, високий рівень ризику через велику капіталомісткість і тривалі терміни реалізації. Формування таких портфелів вимагає багато часу, що зумовлено потребою виконання значного обсягу робіт, пов'язаних із техніко-економічним обґрунтуванням і наглядом за проектами. Відомо, що техніко-економічне обґрунтування потребує ретельного вивчення всіх можливих альтернативних напрямів вкладення коштів для інвестування. Таке альтернативне обґрунтування реального проекту зумовлює залучення до портфеля комерційних високоприбуткових і високоліквідних проектів на противагу довготерміновим, капіталомістким проектам [9].

З огляду на це компанія повинна формувати окремий портфель реальних інвестиційних проектів, зорієнтований на отримання прибутків у майбутньому і керований адекватними методами. В Україні така потреба пов'язана з тривалішими термінами освоєння інвестицій, ніж у країнах із розвинутою ринковою економікою. У вітчизняній практиці термін реалізації інвестиційного проекту (від наукової ідеї до випуску готової продукції в обробній галузі) становить близько 10–15 років, що втричі довше, ніж у США та інших країнах.

За умов спаду і стагнації виробництва, скорочення довготермінових інвестицій і відсутності бюджетного фінансування такі портфелі позбавлені нових надходжень, а також можливостей регулювання та управління ними. За умов стабілізації економіки, зниження відсоткових ставок за кредитами спостерігається активізація інвестиційної діяльності: відбувається приплив нових інвестицій у реальні проекти, що сприяє прискоренню формування таких портфелів згідно з цілями компанії. Наприклад, державне, приватне або спільне підприємство намагається максимізувати прибуток від реалізації проекту. Проте

стосовно розподілу отриманих прибутків цілі учасників можуть бути різними. Одні мають намір реінвестувати прибутки у межах портфеля, що функціонує, інші можуть шукати власні шляхи застосування отриманих у вигляді дивідендів сум.

Інвестуючи кошти, інвестор розподіляє їх між різними видами цінних паперів, тобто формує свій портфель цінних паперів. Отже, портфель цінних паперів являє собою цілеспрямовано сформульовану сукупність об'єктів фінансового інвестування різних видів, призначених для здійснення інвестиційної діяльності в певному періоді згідно з розробленою інвестиційною стратегією інвестора. Тобто вкладення інвестора в цінні папери, які управляються ним як єдине ціле, розглядаються як портфель цінних паперів.

Відмінність пріоритетних цілей щодо портфельів цінних паперів, які формуються інвесторами; видів цінних паперів, які включаються згідно з цими цілями; інвесторів за відношенням до ризику, а також інших умов визначає різноманітність варіантів направленості та складу цих портфельів і різних інвесторів. Ця різноманітність портфельів цінних паперів у практиці інвестиційної діяльності певним чином типізується. Наприклад, вирізняють портфель зростання й портфель доходу, збалансований і незбалансований портфельі та інші основні типи портфельів цінних паперів, що формують інвестори для реалізації своїх інвестиційних стратегій.

У практичній діяльності конкретний портфель цінних паперів за кожним наведеним вище критерієм належать до певного типу. Поєднання (комбінація) типів портфельів за кожним із критеріїв характеризується створенням загальних типів портфельів цінних паперів. Так, комерційним банком або іншим портфельним інвестором може формуватися дохідний, інституційний, агресивний, збалансований, гнучкий портфель зростання. Окремо взятий тип портфеля цінних паперів має певні принципи формування, оцінювання та управління. Поєднуючи типи портфельів за кожним критерієм, формування портфеля здійснюють на базі певним чином узагальнених принципів та методів [12, 13, 18].

В основі портфеля зростання лежать фінансові інструменти, що забезпечують високі темпи збільшення капіталу. До цих активів можуть належати акції підприємств, які велику частку прибутку

реінвестують у свою діяльність, унаслідок чого покращуються їх фінансові показники та зростають курсові вартості акцій; акції успішно функціонуючих компаній; акції перспективних підприємств та венчурних (ризикових) компаній (за наявності звичайно певної ймовірності зростання їх курсових вартостей); довготермінові облігації з купонною ставкою, що може забезпечити зростання ринкової ціни облігації в майбутньому за наявності ймовірності зниження відсоткових ставок; акції недооцінених ринком компаній; похідні фінансові інструменти за наявності ймовірності руху біржових цін на активи, який сприятиме зростанню капіталу, та інші цінні папери.

Портфель доходу формується із цінних паперів, що забезпечують високий рівень поточного доходу за незначного зростання капіталу. До таких фінансових інструментів належать прості та привілейовані акції підприємств, які виділяють на дивіденди значну частину свого чистого прибутку; облігації, векселі та депозитні ощадні сертифікати, що мають вищі відсоткові ставки порівняно із середньоринковими [22].

Також можна вирізнити і проміжний тип портфеля, який спрямований на отримання дивідендів (відсотків) і зростання курсової вартості цінних паперів (портфель зростання і доходів).

Формування цього типу портфеля здійснюють з метою уникнення можливих втрат на ринку цінних паперів як від падіння курсової вартості, так і від низьких дивідендних або відсоткових виплат. Одна частина фінансових активів, що входить до складу цього портфеля, приносить власнику зростання капітальної вартості, а інша – дохід. Втрата однієї частини може компенсуватися зростанням іншої. До такого типу належить портфель подвійного призначення.

До складу цього портфеля належать папери, що приносять його власнику високий дохід при зростанні вкладеного капіталу. У цьому разі мова йде про цінні папери інвестиційних фондів подвійного призначення, які випускають власні акції двох типів, перші приносять високий дохід, другі – зростання капіталу.

Хоча інвестор формує портфель зростання чи портфель доходу для зростання в кінцевому підсумку свого початкового капіталу, але на практиці висока дохідність цих портфелів може

«з'їдатись» або сьогодні через високі ринкові ціни на дані активи, або у майбутньому через високі ризики цих активів.

Залежно від типу інвестора розрізняють інституційний та індивідуальний портфелі цінних паперів, які формують відповідно інституційні інвестори – юридичні особи та інвестори – фізичні особи. До юридичних осіб, які інвестують кошти у цінні папери, належать комерційні банки, інститути спільного інвестування, страхові компанії, брокерські компанії, пенсійні фонди, фінансові компанії та інші суб'єкти господарювання. Індивідуальні портфелі цінних паперів формують громадяни для отримання від своїх заощаджень, вкладених у цінні папери, поточного і додаткового доходу.

Типізація портфелів цінних паперів за їх досягнутою відповідністю цілям інвестування пов'язана передусім із процесом реалізації цілей їх формування. Збалансований портфель характеризується повною реалізацією цілей його формування шляхом відбору фінансових інструментів, які найповніше відповідають цим цілям. Незбалансований портфель характеризується невідповідністю складу його фінансових інструментів цілям його формування [51]. Різновидом незбалансованого портфеля є розбалансований портфель, який був раніше оптимізований, але через суттєві зміни умов інвестиційної діяльності вже не задовольняє інвестора, тобто вже не відповідає цілям формування портфеля [8].

За рівнем ризику портфелі цінних паперів можна поділити на агресивні, середньоризикові, консервативні та безсистемні. В основі формування цих портфелів лежить різне співвідношення показників дохідності (в різних її формах — приросту дивідендів чи приросту курсової вартості) та ризику більшості цінних паперів, які належать до певного портфеля. Дохідність портфеля та його ризик перебувають у прямій залежності. Наприклад, агресивний портфель складається з високодохідних цінних паперів, але і сукупний ризик цього портфеля вищий порівняно з іншими видами портфелів. Відповідно мінімізація ризику під час формування консервативного портфеля обумовлює зниження його дохідності. Найоптимальнішим щодо поєднання дохідності та ризику є середньоризиковий портфель цінних паперів.

У разі коли портфель складається з певної кількості цінних паперів одного виду, він є недиверсифікованим. Портфель, який складається з різних видів цінних паперів, називається диверсифікованим (широкодиверсифікованим).

За подальшої типізації портфельів цінних паперів як структуроутворювальна ознака може виступати така інвестиційна якість, як ліквідність.

Також портфелі цінних паперів залежно від методів управління ними можуть класифікуватися як фіксовані (пасивні) та гнучкі (активні) портфелі. Так, фіксований портфель являє собою сукупність цінних паперів, які залишаються на весь період існування портфеля незмінними. Зазвичай цей портфель складається з державних цінних паперів. Термін існування фіксованого портфеля визначають останні дані погашення за цінними паперами портфеля. Цей вид портфеля може гарантувати відносно високу безпеку вкладання коштів у цінні папери для інвестора, але не здатний забезпечити високих доходів. На відміну від фіксованого портфеля, формування інвестором гнучкого портфеля передбачає управління цим портфелем упродовж усього періоду його існування згідно з інвестиційними цілями інвестора. Інвестори використовують такі стратегії активного управління портфелем, як перекидання коштів; пошук акцій недооцінених ринком компаній та підприємств, що реорганізуються; спекуляція новими випусками цінних паперів та ін. [14, 23]

Залежно від видів фінансових інструментів, які входять до портфеля цінних паперів, вирізняють комбінований та спеціалізований портфель. Склад останнього обмежується лише одним видом фінансових інструментів. Тобто спеціалізований портфель може бути у вигляді портфеля облігацій, портфеля акцій, портфеля опціонів тощо. Комбінований портфель має певну сукупність видів цінних паперів, що обертаються на ринку. Цей портфель може складатися з акцій, облігацій та інших видів цінних паперів.

Метою вкладання інвестором коштів у цінні папери може бути отримання доходу або інша специфічна мета (доступ через цінні папери до дефіцитної продукції, майнових прав; створення холдингових структур; розширення сфери впливу та перерозподіл власності

тощо). Тобто можна виокремити дві основні вигоди, які може отримати інвестор, вкладаючи кошти у цінні папери:

- дохід від цінних паперів;
- контроль за підприємствами.

Виходячи з цього, портфелі цінних паперів класифікують (типізують) за цілями інвестування: дохідний портфель та спеціальний портфель. Дохідний портфель формують для отримання доходу від цінних паперів чи у вигляді дивідендів, чи у вигляді приросту курсової вартості, а спеціальний портфель формується інвестором згідно з його специфічними цілями. У цьому разі існування специфічного портфеля приносить інвестору певні доходи, але не безпосередньо від цінних паперів, які входять до цього портфеля.

Портфель цінних паперів зазвичай формують на підставі визначеної інвестиційної політики компанії, а також після формування портфеля реальних інвестиційних проєктів.

Основні принципи формування та оптимізації інвестиційного портфеля

Методи формування й оцінювання портфеля цінних паперів є найважливішими у сучасній економічній теорії ринку. Наголосимо, що останніми роками було присуджено кілька Нобелівських премій за розроблення, пов'язані з окремими аспектами цієї проблеми. Так, Дж. Тобін (Йельський університет) за роботу «Аналіз фінансових ринків» відзначений Нобелівською премією в 1981 р.; Ф. Модильяні (Масачусетський університет) за працю «Цикли бюджетних накопичень: формулювання теореми оцінки угод і витрат капіталу» – у 1985 р. У 1990 р. Нобелівську премію одержали три представники фінансової науки: Г. Марковіц (Нью-Йоркський університет), У. Шарп (Стенфордський університет) і М. Міллер (Чиказький університет) за розробку «Теорій фінансування і ринку капіталів», у 1994 р. – Дж. Харсані (університет у м. Берклі), Дж. Неш (Принстонський університет) і німецький теоретик з університету в м. Бонн Р. Зелтон за аналіз рівноваги в неколективних іграх – концепцію, що у багатьох питаннях перетинається з теоріями фінансового ринку. В 1997 р.

нобелівськими лауреатами в галузі економіки стали американські економісти Р. Мертон і М. Шоулз за відкриття математичної формули для визначення вартості опціонів та інших похідних цінних паперів.

За А. А. Пересадою процес формування портфеля цінних паперів передбачає п'ять етапів:

- 1) формулювання інвестиційних цілей (пріоритетів);
- 2) формування інвестиційної політики;
- 3) вибір портфельної стратегії;
- 4) вибір активів та аналіз інвестиційних рішень;
- 5) оцінювання ефективності інвестицій [51].

Відомо багато різних напрямів вкладення вільних коштів: у будівництво, розширення або реконструкцію підприємств, упровадження нової техніки з метою їх переозброєння, у нерухомість, різні фінансові інструменти, коштовності, раритети тощо. Тому інвестори рідко вдаються до вкладення коштів у один вид активів.

Більшість інвесторів інвестують зазвичай кілька об'єктів реального і/або фінансового інвестування, формуючи натомість сукупність активів (портфель). Цілеспрямований підбір таких об'єктів розглядають як процес формування інвестиційного портфеля.

Портфельний підхід передбачає максимізацію корисності від активів, тобто зростання їх доходності за умови диверсифікації з метою зниження інвестиційних ризиків. Зниження ризиків шляхом комбінації активів реалізує принцип, який відповідає прислів'ю «не неси всі яйця в одному кошику» (ймовірність упустити два кошики значно менша, ніж ймовірність упустити один). У такий спосіб за умови формування портфеля досягають компромісу таких на перший погляд несумісних цілей, як максимізація доходу і мінімізація ризику.

Будь-який інвестиційний портфель формують за принципами, що впливають із інвестиційної стратегії. Основними вважають кілька таких принципів:

- відповідність складу портфеля інвестиційній стратегії компанії;
- обов'язкове оцінювання всіх можливих варіантів для кожного проекту; обмеженість проектів ресурсними можливостями;

– забезпечення прийнятних для компанії співвідношень між основними цілями: дохідністю, зростанням капіталу, мінімізацією ризику та ліквідністю;

– колегіальність (для компанії) у прийнятті рішень щодо складу портфеля;

– забезпечення керованості портфелем, можливість систематично стежити за змінами на інвестиційному ринку і здійснювати необхідне реінвестування коштів (моніторинг) [10].

Принцип відповідності складу портфеля інвестиційній стратегії компанії передбачає залучення до портфеля проектів, які мають забезпечити інвестору реалізацію його стратегічних цілей. Звісно, залежно від статусу інвестора, його цілі можуть бути різними. Навіть більше, суб'єкти підприємництва зі змішаною формою власності (приватною і державною) можуть мати різні домінантні й альтернативні цілі.

Портфель реальних проектів здебільшого формують із середньо- і довготермінових інвестицій. В окремих випадках до портфеля можуть входити також короткотривалі проекти – придбання підприємств і виробництв, обладнання, що не потребує монтажу, незавершених об'єктів, іншої нерухомості. До короткотермінових реальних інвестицій можна віднести також проекти реконструкції й технічного переозброєння підприємств, терміни проведення яких не перевищують року.

Принцип обов'язкового оцінювання можливих варіантів вимагає розрахунку економічної ефективності інвестицій за всіма можливими варіантами реалізації проекту: нове будівництво, реконструкція та розширення, технічне переозброєння діючого підприємства або незакінченого об'єкта тощо. Зрозуміло, врахувати всі можливі варіанти дуже складно, проте потрібно намагатися оцінити забезпеченість ресурсами якомога більшу кількість таких варіантів [37].

Забезпечення прийнятних для компанії співвідношень між основними цілями зумовлює взаємозв'язок цих цілей, з одного боку, та різний характер і спрямування компаньйонів – з іншого.

Зазвичай дохідність перебуває у зворотній залежності до зростання капіталу, ліквідності й ризику. Проте залежно від пріоритетності цілей і спрямувань компаньйонів, інвестиційні

менеджери мають виробити певні пропозиції значень цих показників, що пропонуються компанією загалом.

Колегіальність у прийнятті рішень стосовно складу проекту вимагає єдності думок (консенсусу), оскільки кожен компаньйон відповідає своїм капіталом (часткою) за реалізацію проекту і сподівається на отримання певного доходу на вкладений капітал.

Відповідальність за техніко-економічне обґрунтування, відбір проектів і формування портфеля несуть інвестиційні менеджери (розпорядники проектів).

Метою формування портфеля є поліпшення результатів інвестування, надання сукупності активів такої інвестиційної якості, що можлива лише за умови їх певної комбінації [18, 19].

На практиці немає ідеальної загальної програми формувань ефективного портфеля, але визначені цілі та стратегії успішного вкладання капіталу.

Для цілей нашого подальшого дослідження поняття інвестиційного портфеля можна ототожнити з поняттям портфеля фінансових інструментів (портфеля цінних паперів).

Формування інвестиційного портфеля є непростим завданням, оскільки потребує узгодження суперечливих критеріїв: максимізації норми прибутку та мінімізації ризику. Зазначене актуалізує проблему коректного вибору моделі оптимізації інвестиційного портфеля. Основними постулатами, на підставі яких побудована класична портфельна теорія, є такі:

- ринок складається із кінцевої кількості активів, прибутковість яких вважають випадковими величинами;
- інвестор може одержати оцінювання очікуваних (середніх) значень дохідності та їх попарних коваріацій і ступенів можливості диверсифікації ризику;
- інвестор може формувати будь-які допустимі (для певної моделі) портфелі. Прибутковість портфелів є також випадковими величинами;
- порівняння портфелів ґрунтується лише на двох критеріях: середньої прибутковості та ризику;

- інвестор не схильний до ризику в тому розумінні, що із двох портфельів із однаковою прибутковістю він віддасть перевагу портфелью із меншим ризиком [31, 33].

У західній практиці принципами формування цінних паперів можуть бути:

- безпека вкладень;
- дохідність (прибутковість);
- ліквідність;
- приріст капіталу [12].

Залежно від використання одного чи декількох принципів у інвестиційному процесі виділяють таку класифікацію типів інвесторів, яка наведена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні типи інвесторів за західноєвропейською класифікацією

Тип інвесторів	Мета інвестування
Консервативний	Безпека вкладень
Помірно агресивний	Безпека вкладень + Дохідність
Агресивний	Дохідність + Зростання вкладень
Досвідчений	Дохідність + Зростання вкладень + Ліквідність
Авантюристичний	Максимальна дохідність

Портфельне інвестування на пострадянському просторі, зокрема, має певну специфіку.

На думку В. Ф. Максимової, під час формування портфеля фінансових інструментів інвестор повинен:

- обрати адекватні цінні папери, тобто такі, які б надавали максимально можливу дохідність та мінімально допустимий ризик;
- визначити, в цінні папери яких емітентів варто вкладати кошти;
- диверсифікувати портфель фінансових інструментів: інвестору потрібно вкладати кошти в різноманітні цінні папери, а не в один їх вид, з метою зниження ризику вкладень [37].

А. А. Пересада зазначає, що портфель цінних паперів формують зазвичай після визначення інвестиційної політики

компанії, а також після формування портфеля реальних інвестицій [49].

Формування та управління портфелем цінних паперів ґрунтуються на певних принципах, серед яких засадовими вважають:

- забезпечення реалізації загальної інвестиційної стратегії емітента;
- забезпечення відповідних тактичних цілей портфеля можливостям залучення інвестиційних ресурсів;
- забезпечення прийняттого співвідношення дохідності та ризику, а також дохідності й ліквідності;
- уможливлення керованості портфелем (моніторинг, коригування, реінвестування, адаптація тощо).

І. Г. Лук'яненко наголошує, що з урахуванням української специфіки принципи формування й оптимізації портфеля повинні забезпечувати досягнення системи цілей портфеля, яка може бути сформована таким чином:

- збереження та приріст капіталу;
- придбання цінних паперів, що за умовами обігу можуть замінити готівкові кошти;
- доступ шляхом придбання цінних паперів до дефіцитних продуктів і послуг, майнових і немайнових прав;
- розширення сфери впливу та перерозподіл власності, створення холдингових і ланцюгових структур;
- страхування від надмірних ризиків і т. д. [34]

На нашу думку, формування та оптимізація портфеля цінних паперів повинні ґрунтуватися на принципах:

- наукової обґрунтованості, тобто передбачається використання сучасного наукового апарату в процесі розроблення підходів до оптимізації портфеля цінних паперів;
- системності, тобто оптимізація портфеля цінних паперів є системою з наявністю зв'язків і відносин між її елементами і нерозривне взаємовідношення з довкіллям та усі взаємозв'язані елементи можуть впливати на весь портфель цінних паперів та його інвестиційні якості;
- цілеспрямованості, цей принцип використовується для досягнення умов, що сприяють отриманню максимального

- рівня доходу за операціями з цінними паперами та збереженню основних інвестиційних якостей портфеля цінних паперів;
- динамічності, цей принцип визначає розроблення механізму оптимізації портфеля цінних паперів як явища, що постійно розвивається і вдосконалюється.

3.2 Принципи формування портфеля цінних паперів

Моделювання інвестиційно-фінансової стратегії управління портфелем цінних паперів

У працях вчених-економістів [76–80] з проблем формування інвестиційного портфеля цінних паперів констатується, що оптимальним портфелем вважається такий інвестиційний портфель, який більшою мірою задовольняє вподобання інвестора у співвідношенні «доходність – ризик». Вибір стратегії для формування портфеля є індивідуальним питанням кожного інвестора.

Формуванням стратегій інвестування, тобто аналізом інформації, прийняттям рішень про вибір фінансових активів, займалися такі найбільш успішні інвестори, як У. Баффет, Б. Грехем, Ф. Фішер, Т. Прайс, Дж. Темплтон та ін.

Детальний аналіз наукових джерел [58, 64] дає змогу стверджувати, що інвестиційно-фінансова стратегія – це система планових дій, що спрямовані на успішну реалізацію загальноекономічної стратегії підприємства і дають змогу забезпечити високу ефективність вкладень у фінансові активи шляхом формування оптимальної організаційно-фінансової структури інвестування.

З метою вибору оптимальної інвестиційно-фінансової стратегії необхідно чітко розуміти підходи до її формування.

У процесі розроблення інвестиційно-фінансової стратегії особлива увага приділяється повноті виявлення доходів, мобілізації внутрішніх ресурсів, формуванню та розподілу прибутку, раціональному використанню залучених коштів, ефективному використанню капіталу підприємства.

Можна виділити такі етапи розроблення інвестиційно-фінансової стратегії:

- визначення періоду формування інвестиційно-фінансової стратегії;
- вибір стратегічних цілей інвестиційної діяльності;
- визначення напрямків інвестування та джерел фінансування;
- конкретизація інвестиційних програм і термінів;
- оцінювання розробленої інвестиційно-фінансової стратегії;
- перегляд стратегії залежно від зміни зовнішніх умов і становища підприємства.

Методологія формування інвестиційно-фінансової стратегії компанії передбачає:

– формування окремих напрямків інвестиційної діяльності підприємства відповідно до стратегії його економічного розвитку. Розроблення напрямків інвестиційної діяльності підприємства базується на стратегії його економічного розвитку в майбутньому періоді й покликана вирішувати такі завдання:

а) визначення співвідношення різних форм інвестування на окремих етапах перспективного періоду. Форми інвестування визначаються функціональною спрямованістю діяльності підприємства, його розмірами, стадією його життєвого циклу і рядом інших умов;

б) визначення галузевої спрямованості інвестиційної діяльності. Це завдання вирішується для підприємств, що здійснюють багатогалузеву господарську діяльність;

в) визначення регіональної направленості інвестиційної діяльності. Таке завдання вирішується підприємствами з регіональною диверсифікацією діяльності. Формування окремих напрямків інвестиційної діяльності підприємства відповідно до стратегії його економічного розвитку дозволяє визначити пріоритетні цілі та задачі цієї діяльності за окремими етапами майбутнього періоду [33];

– дослідження та врахування умов зовнішнього інвестиційного середовища і кон'юнктури інвестиційного ринку. В процесі такого дослідження вивчаються правові умови інвестиційної діяльності в цілому і в розрізі окремих форм інвестиційної діяльності («інвестиційний клімат»); аналізується

поточна кон'юнктура інвестиційного ринку і фактори, що її визначають; прогнозується найближча кон'юнктура інвестиційного ринку в розрізі окремих його сегментів, пов'язаних з діяльністю підприємства;

– пошук окремих об'єктів інвестування та оцінювання їх відповідності напрямкам інвестиційної діяльності підприємства. У процесі реалізації цього напрямку інвестиційної політики вивчається поточна пропозиція на інвестиційному ринку, відбираються для вивчення окремі фінансові інструменти, що найповніше відповідають напрямкам інвестиційної діяльності підприємства для оновлення складу діючих її видів; проводиться детальна експертиза відібраних об'єктів інвестування [45];

– забезпечення високої ефективності інвестицій. Відібрані на попередньому етапі об'єкти інвестування аналізуються з позиції їх економічної ефективності. При цьому для кожного об'єкта інвестування використовується конкретна методика оцінювання ефективності. За результатами оцінювання проводиться ранжирування окремих фінансових інструментів інвестування за критерієм їх ефективності (дохідності). За інших рівних умов відбираються для реалізації ті об'єкти інвестування, що забезпечують найбільшу ефективність;

– забезпечення мінімізації фінансових ризиків, пов'язаних із інвестиційною діяльністю. У процесі реалізації цього напрямку інвестиційної політики повинні бути передусім оцінені ризики, властиві кожному конкретному об'єкту інвестування. За результатами оцінювання проводиться ранжування окремих об'єктів інвестування за рівнем їх ризиків і відбираються для реалізації ті з них, що за інших рівних умов забезпечують мінімізацію інвестиційних ризиків. Поряд із ризиками окремих об'єктів інвестування оцінюються фінансові ризики, пов'язані з інвестиційною діяльністю в цілому. Ця діяльність пов'язана з відволіканням фінансових засобів у великих розмірах і, зазвичай, на тривалий період, що може призвести до зниження рівня платоспроможності підприємства за поточними господарськими операціями. Крім того, фінансування окремих інвестиційних проектів здійснюється часто за рахунок значного залучення позичкового капіталу, що може призвести до зниження рівня

фінансової стійкості підприємства в довгостроковому періоді. Тому в процесі формування інвестиційно-фінансової стратегії необхідно завчасно прогнозувати, як вплинуть фінансові ризики, пов'язані з інвестиційною діяльністю, на дохідність, платоспроможність і фінансову стійкість інвестиційної компанії;

– забезпечення ліквідності інвестицій. Здійснюючи інвестиційну діяльність, необхідно передбачати, що внаслідок суттєвих змін зовнішнього середовища, кон'юнктури інвестиційного ринку або стратегії розвитку підприємства в майбутньому періоді за окремими об'єктами інвестування може різко знизитись очікувана дохідність, підвищитися рівень ризиків, знизитися значення інших показників їх інвестиційної привабливості для підприємства. Це буде вимагати прийняття рішення про своєчасний вихід з окремих інвестиційних програм (у вигляді продажу об'єктів інвестування: акцій, облігацій, фінансових деривативів тощо) і реінвестування капіталу. З цією метою за кожними об'єктами інвестування повинен бути оцінений ступінь його майбутньої ліквідності. За результатами оцінювання проводиться ранжування окремих інвестиційних проектів і фінансових інструментів інвестування за критерієм їх ліквідності. За інших рівних умов відбираються для реалізації ті з них, що мають найбільшу ліквідність [46];

– визначення необхідних обсягів інвестиційних ресурсів і оптимізація структури їх джерел. Усі напрями і форми інвестиційної діяльності підприємства здійснюються за рахунок інвестиційних ресурсів, що формуються ними. Інвестиційні ресурси являють собою всі види грошових та інших активів, що залучаються для здійснення вкладів у об'єкти інвестування. У процесі реалізації цього напрямку інвестиційно-фінансової стратегії підприємства прогнозується загальна потреба в інвестиційних ресурсах, необхідних для здійснення інвестиційної діяльності в передбачуваних обсягах; визначається можливість формування інвестиційних ресурсів за рахунок власних фінансових джерел; виходячи з ситуації на грошовому ринку визначається доцільність залучення для інвестиційної діяльності позичкового капіталу. У процесі оптимізації структури джерел інвестиційних ресурсів забезпечується раціональне співвідношення власних і залучених

фінансових засобів, а також диверсифікація залучених джерел фінансування інвестицій за окремими кредиторами, потоками майбутніх платежів із метою попередження зниження фінансової стійкості та платоспроможності підприємства в майбутньому періоді;

– формування та оцінювання інвестиційного портфеля підприємства. З урахуванням можливого залучення обсягів інвестиційних ресурсів, а також оцінювання інвестиційних якостей окремих об'єктів інвестування проводиться формування сукупного інвестиційного портфеля підприємства. При формуванні інвестиційного портфеля необхідно врахувати, що високий рівень доходності окремих об'єктів інвестування рідко супроводжується мінімальним рівнем їх інвестиційних ризиків і високим ступенем ліквідності [57]. Тому в процесі формування інвестиційного портфеля визначаються принципи його формування із врахуванням фінансового менталітету керівництва, а потім кожен об'єкт інвестування, який відбирається в нього, оптимізується за співвідношенням рівня доходності, інвестиційного ризику та ліквідності. На завершальному етапі формування інвестиційного портфеля проводиться його оцінювання та оптимізація за перерахованими критеріями в цілому. Сформований інвестиційний портфель розглядається як сукупність інвестиційних програм, що реалізуються в майбутньому періоді;

– забезпечення шляхів прискорення реалізації інвестиційних програм. Намічені до реалізації інвестиційні програми повинні бути виконані якнайшвидше з урахуванням таких міркувань: насамперед високі темпи реалізації кожної інвестиційної програми сприяють прискоренню економічного розвитку підприємства в цілому; крім того, чим швидше реалізується інвестиційна програма, тим швидше починає формуватися додатковий грошовий потік у вигляді прибутку; прискорення реалізації інвестиційних програм скорочує терміни використання позичкового капіталу; нарешті, швидка реалізація інвестиційних програм сприяє зниженню інвестиційних ризиків, пов'язаних із несприятливою зміною кон'юнктури інвестиційного ринку, погіршенням інвестиційного клімату в цілому.

Як бачимо, ключовим моментом у формуванні інвестиційно-фінансової стратегії є відбір фінансових інструментів (цінних паперів) до інвестиційного портфеля.

Критеріями відбору цінних паперів до портфеля фінансових інструментів можуть виступати такі їх інвестиційні якості:

- дохідність;
- надійність;
- ліквідність [52, 61].

Дохідність можна визначити як відношення одержаного результату до затрат. Дохідність – показник результативності інвестицій; на основі значень дохідності порівнюють ефективність операцій на фінансовому ринку [43].

Надійність відображає безпечність вкладень у конкретний цінний папір. Чим вищою є надійність цінного папера, тим нижчою є його дохідність. Надійність цінного папера визначається у термінах відсутності ризику вкладення коштів у фінансовий інструмент. Як міру ризику найчастіше застосовують дисперсію або середньоквадратичне відхилення доходності фінансового інструмента за аналізований період. Хоча ця міра ризику не є досконалою, вона дозволяє найбільш точно (за допомогою об'єктивних математичних розрахунків, а не експертним (суб'єктивним) шляхом) оцінити надійність вкладень у конкретний фінансовий інструмент. Таким чином, вибір як ступеня ризику середньоквадратичного відхилення у цьому дослідженні є досить обґрунтованим [46].

Ліквідністю цінних паперів називають їх властивість швидко і без втрати у вартості обмінюватися на гроші. У зв'язку з цим виділяють поняття ліквідних, умовно ліквідних і неліквідних фінансових інструментів.

Особливу увагу також необхідно приділяти діловим якостям, репутації емітента, його спеціалізації та перспективності бізнесу, яким він займається.

Неможливо підібрати такий вид цінних паперів, який був би одночасно найбільш надійним, найбільш дохідним і найбільш ліквідним. Вибір конкретних напрямів вкладень залежить від тих цілей, що ставить перед собою інвестор, від індивідуальних уподобань, тих чи інших якостей фінансового інструмента.

Те, що не дозволяє отримати окремий цінний папір, може бути досягнуто за рахунок підбору пакета фінансових інструментів з різними інвестиційними якостями, так званого портфеля цінних паперів (фінансових інструментів). У рамках такого портфеля одні папери володіють підвищеною дохідністю з високим ступенем ризику, інші, навпаки, – низькою дохідністю за високої надійності.

Теорія оперативного управління портфелем фінансових інструментів інвестування виділяє два принципових підходи до здійснення цього управління – пасивний та активний. Ці підходи розрізняються як завданнями, так і методами оперативного управління портфелем [65].

Пасивний підхід до управління портфелем ґрунтується на принципі слідування тенденціям ринку. Практична реалізація цього принципу означає, що реструктуризація портфеля фінансових інвестицій має чітко відображати тенденції кон'юнктури фондового ринку. Послідовники цього підходу вважають, що ефективність портфеля на 90 % забезпечується структурою видів фінансових інструментів і лише на 10 % – конкретними їх різновидами у рамках окремих видів. Найбільшою мірою пасивний підхід відображає менталітет формування консервативного типу портфеля.

Активний підхід до управління портфелем ґрунтується на принципі випередження ринку. Практична реалізація цього принципу означає, що реструктуризація портфеля фінансових інвестицій повинна базуватися на прогностичних розрахунках ринкової кон'юнктури, а не відображати поточну її динаміку. Активний метод передбачає також глибоку індивідуалізацію методів прогнозування кон'юнктури фондового ринку, що ґрунтується переважно на фундаментальному його аналізі. Найбільшою мірою активний підхід до управління портфелем відображає менталітет агресивного його формування [39].

За пасивного підходу до оперативного управління портфелем основна увага приділяється забезпеченню глибокої його диверсифікації у рамках окремих видів фінансових інструментів. Одним із методів, характерних для цього підходу до управління, є також імунізація портфеля, спрямована на зменшення відсоткового ризику за борговими цінними паперами. Сутність цього методу

полягає в підборі до портфеля боргових цінних паперів із періодом обігу, в рамках якого відсоткова ставка на фінансовому ринку прогнозується незмінною.

За активного підходу до оперативного управління портфелем основна увага приділяється пошуку і придбанню недооцінених фінансових інструментів інвестування. Цей підхід використовує метод Грехема, який стверджує, що найбільш ефективною стратегією управління є формування портфеля за рахунок таких фондових інструментів, ринкові ціни на які нижчі за їх реальну внутрішню вартість [18].

На нашу думку, найбільш пристосованим стилем управління цінними паперами до фондових ринків пострадянського простору є компромісне поєднання пасивного й активного підходів. Так, можна запропонувати здійснювати формування структури портфеля фінансових інструментів на базі пасивного підходу за ретроспективними даними (користуючись інструментами фундаментального аналізу), а перегляд та зміну структури портфеля здійснювати на базі активного підходу, користуючись методом екстраполяції існуючих тенденцій та іншими методами технічного аналізу.

Складність оперативного управління портфелем фінансових інвестицій визначає необхідність широкого використання в цьому процесі сучасних комп'ютерних технологій. Програмні продукти, пов'язані з використанням таких технологій, повинні забезпечувати моніторинг основних параметрів окремих фінансових інструментів і портфеля фінансових інвестицій у цілому, визначати напрями та строки реструктуризації портфеля за основними видами та різновидами фінансових інструментів, формувати найбільш ефективні альтернативні проекти наказів брокеру на здійснення необхідних угод.

Методологічні основи формування оптимального портфеля за Г. Марковіцем та У. Шарпом

Класичною методикою формування та оптимізації портфеля фінансових інструментів є модель Г. Марковіца [76], запропонована ним у 1952 р.

Необхідно зауважити, що значних робіт до Г. Марковіца з проблеми, що розглядається, не було. Це можна пояснити браком інформації. Її накопичення відбувалося за умов швидкого розвитку фінансового ринку, акціонерного капіталу, поглиблення його капіталізації. У цих умовах постали практичні питання урахування ризику та його можливого подолання, що, у свою чергу, вимагало створення фундаментальної теорії.

У цій моделі за міру ризику прийнято стандартне відхилення величини дохідності. Чим більше значення цього показника, тим більш ризикованим буде портфель.

У своїх дослідженнях Марковіц виходив із того, що значення дохідності цінних паперів – випадкові величини, що розподілені за нормальним (Гауссівським) законом. Він вважав, що, формуючи свій портфель, інвестор оцінює лише два показники: очікувану дохідність та стандартне відхилення (лише вони визначають щільність імовірності випадкових чисел за умов нормального розподілу). Інвестор повинен оцінити дохідність та стандартне відхилення кожного портфеля і вибрати такий портфель, що забезпечує максимальну дохідність за прийнятного рівня ризику або мінімальний ризик за заданого рівня очікуваної дохідності [22].

Визначаючи ризик портфеля, варто враховувати, що дисперсія портфеля визначається не лише середньозваженою величиною дисперсій фінансових інструментів, що входять до портфеля. Це обумовлено тим, що дисперсія портфеля залежить не лише від дисперсій цінних паперів, що входять до його складу, а й також і від взаємозалежності дохідності окремих фінансових інструментів. Тобто ризик портфеля вимірюється не лише індивідуальним ризиком кожного окремого цінного папера, що входить до складу портфеля, а й тим, що існує ризик впливу змін щорічних величин дохідності однієї акції на зміни дохідності інших акцій, що входять до складу портфеля фінансових інструментів.

Як міру взаємозалежності двох випадкових величин використовують коваріацію та коефіцієнт кореляції. Позитивне значення коваріації – індикатор тенденції зміни дохідності двох фінансових інструментів у одних і тих самих напрямках, тобто якщо дохідність однієї акції збільшується (зменшується), то і

дохідність іншої акції також збільшується (зменшується). Негативна коваріація свідчить відповідно про те, що збільшення (зменшення) дохідності акцій однієї компанії призводить до зниження (збільшення) дохідності акцій іншої компанії.

Основна концепція Г. Марковіца може бути сформульована так: поведінка учасників ринку капіталу визначається не лише одержанням очікуваного доходу на свої інвестиції. Вивчення ринку капіталу в США показало, що всі цінні папери, що обертаються на ринку, мають попит. Низькодохідні цінні папери за певних обставин для деяких інвесторів є більш привабливими, ніж високодохідні. Отже, інвестор визначає свій вибір цінного папера не лише одержанням очікуваного доходу, а й можливим ризиком. Основною проблемою, яку повинен вирішувати інвестор, є досягнення максимального рівня очікуваної дохідності інвестицій за певного рівня ризику та скорочення можливого ризику за очікуваної дохідності. Мета кожного інвестора: отримання більшого доходу за меншого рівня ризику. В американській економічній літературі зазначається, що фінансові аналітики та фінансові менеджери з цінних паперів надають цьому питанню багато уваги.

Г. Марковіц запропонував теоретичну концепцію «оптимального» портфеля інвестицій; саме тому його вважають батьком сучасної портфельної теорії. Сутність концепції полягає в тому, що цінні папери, які містяться в портфелі, повинні бути різних термінів, за можливості, усіх видів і модифікацій, емітовані корпораціями різних галузей і географічного положення. Процес формування такого портфеля називається диверсифікацією портфеля [40].

Г. Марковіц запропонував модель диверсифікації, що широко застосовується на практиці. Сутність моделі полягає в тому, що диверсифікація здійснюється на основі двох змінних: очікуваної дохідності та стандартного відхилення розподілу дохідності портфеля (тобто можливого ризику). Кожний інвестор повинен підібрати свій власний набір цінних паперів залежно від напрямку інвестиційної діяльності. Добір провадиться методом «проб і помилок», для цього використовується математичний метод, побудови кривих байдужності.

На рисунках 3.1–3.3 наведено приклад побудованих кривих байдужості для інвесторів з різним ступенем уникнення ризику.

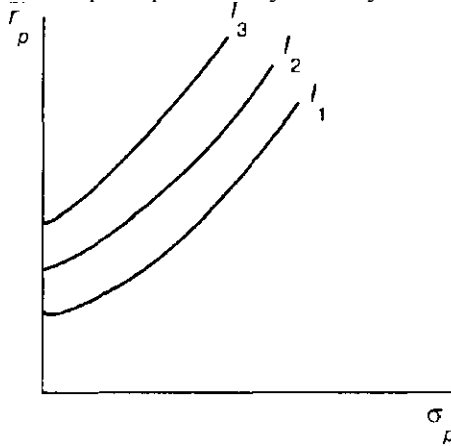


Рисунок 3.1 – Криві байдужості інвестора з високим ступенем уникнення ризику [72, с. 175]

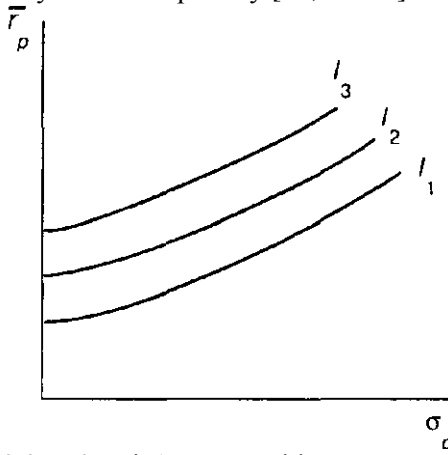


Рисунок 3.2 – Криві байдужості інвестора з середнім ступенем уникнення ризику [72, с. 176]

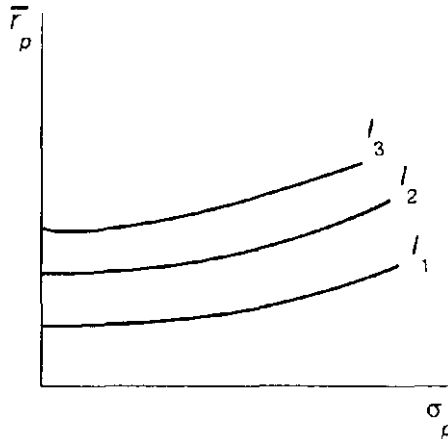


Рисунок 3.3 – Криві байдужості інвестора з низьким ступенем уникнення ризику [72, с. 176]

На горизонтальній прямій відкладені значення стандартних відхилень (σ_p), на вертикальній — очікувана дохідність \bar{r}_p . На підставі аналізу кривих байдужості можна зробити деякі висновки.

По-перше, усі портфелі, що містяться на одній кривій байдужості, для інвестора є рівноцінними. По-друге, для інвестора будь-який портфель, розміщений на кривій байдужості вище і лівіше, буде більш привабливим, ніж портфель, розміщений нижче і правіше. Точки, що розміщені на графіку, показують, що вище і лівіше будуть знаходити портфелі більш ризиковані, але і з більш високими доходами. Американські автори вважають, що кожний потенційний інвестор повинен скласти для свого внутрішнього користування криві байдужості, що враховують різні варіанти сполучень очікуваних показників дохідності та стандартних відхилень. По-третє, чим вищим є ступінь неприйняття ризику інвестором, тим крутішим буде нахил його кривих байдужості. Українські та російські фондові ринки можна вважати досить ризиковими (але водночас і високодохідними), тому для інвесторів, що працюють на них, більш характерними будуть криві байдужості, що зображені на рисунках 3.2 і 3.3.

Інвестор може скласти нескінченну множину портфелів. Проте оцінювати всі портфелі йому не обов'язково. Свій оптимальний портфель він повинен вибрати з множини портфелів. Із цією метою використовується теорема про ефективну множину. На графік із кривими байдужності наноситься рисунок ефектвної множини. Ця ситуація проілюстрована на рисунку 3.4.

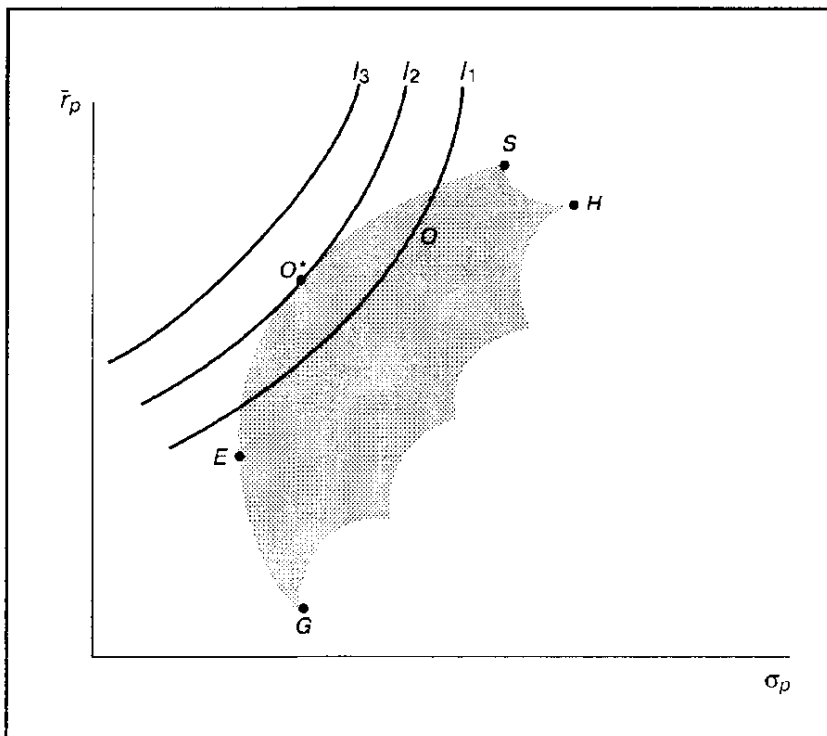


Рисунок 3.4 – Вибір оптимального портфеля з ефектвної множини [72, с. 197]

На рисунку 3.4 заштрихована галузь являє собою ефективну множину; точками позначені дохідність і ризик кожної акції. Інвестор на підставі своїх переваг може з цих акцій скласти найрізноманітніші портфелі. Галузь, у якій розміщені точки, називається ефектвною множиною, а лінія, що графічно її окреслює, — ефектвною межею. Наміри інвестора полягають у

тому, щоб очікувана дохідність інвестицій зростала зі зниженням ризику, тому портфелі, що містяться на ефективній межі, будуть оптимальними. При цьому необхідно зауважити, що ефективний портфель індивідуальний для кожного інвестора. У точці G буде розміщений ефективний портфель для інвестора, що очікує мінімальний дохід за мінімального ризику. У точці S міститься ефективний портфель для інвестора, що передбачає максимально високий дохід із максимально можливим ризиком. Можливі численні проміжні варіанти.

Як показано на рисунку 3.4, ефективний портфель буде розміщений на одній із кривої байдужності в точці дотику межі ефективної множини. Точка O^* на кривій байдужності I_2 дотикається межі ефективної множини. Портфель, що міститься в точці O^* , буде найефективнішим із усіх портфелів, що можуть бути розміщені уздовж межі ефективної множини. Ця точка найвища і розміщена лівіше інших. Теоретично інвестор віддав перевагу тому, щоб точка дотику знаходилася б на кривій I_3 , проте в цьому варіанті її немає [72].

Модель Г. Марковіца з практичного погляду в 50-х роках була мало придатною. Засоби опрацювання інформації тих часів не могли забезпечити швидкого й надійного обчислення ефективної множини й ефективних портфелів. Із появою у 80-х роках високопродуктивних комп'ютерів з'явилася реальна можливість розрахунку ефективної множини для кількох тисяч цінних паперів за лічені хвилини.

Проте вибір оптимального портфеля з ефективної множини графічним способом є досить громіздким та складним процесом, тому можна запропонувати таку методику знаходження оптимального портфеля аналітичним способом.

Дохідність i -го цінного папера, що входить до складу портфеля, r_i обчислюється за такою формулою:

$$r_i = \frac{W_i^1 - W_i^0}{W_i^0}, \quad (3.1)$$

де W_i^1 – це середньозважена ринкова вартість (ціна купівлі) i -го цінного папера в момент часу t_1 ;

W_i^0 – це середньозважена ринкова вартість i -го цінного папера в момент часу t_0 .

Очікувана дохідність i -го цінного папера, що входить до складу портфеля, у свою чергу розраховується за формулою

$$\bar{r}_i = \frac{\sum_{i=1}^T r_i}{T}, \quad (3.2)$$

де r_i – дохідність i -го цінного папера, що входить до складу портфеля;

T – історичний період спостереження.

Очікувана дохідність портфеля R_p обчислюється за формулою

$$R_p = \sum_{i=1}^N X_i \cdot \bar{r}_i, \quad (3.3)$$

де \bar{r}_i – очікувана дохідність i -го цінного папера, що входить до складу портфеля;

X_i – частка i -го цінного папера в інвестиційному портфелі;

N – кількість цінних паперів у портфелі.

Дисперсія портфеля розраховується за формулою

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j \sigma_{ij}^2, \quad (3.4)$$

де X_i – частка i -го цінного папера в інвестиційному портфелі;

X_j – частка j -го цінного папера у інвестиційному портфелі;

N – кількість цінних паперів у портфелі;

σ_{ij}^2 – коваріація дохідностей i -го та j -го цінних паперів у портфелі.

Відповідно середньоквадратичне відхилення розраховується за формулою

$$\sigma_p = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j \sigma_{ij}^2 \right]^{1/2}, \quad (3.5)$$

де X_i – частка i -го цінного папера в інвестиційному портфелі;

X_j – частка j -го цінного папера в інвестиційному портфелі;

N – кількість цінних паперів у портфелі;

σ_{ij}^2 – коваріація дохідностей i -го та j -го цінних паперів у портфелі.

Для спрощення виконання цих обчислень їх доцільно здійснювати у матричній формі [50], тобто:

$$\sigma_p^2 = X^T V X, \quad (3.6)$$

$$R_p = R^T X, \quad (3.7)$$

де V – коваріаційна матриця (розмірністю N);

R – матриця очікуваних дохідностей цінних паперів (матриця-стовпчик);

X – матриця часток цінних паперів у портфелі (матриця-стовпчик).

У портфельному аналізі широко застосовується поняття оптимального портфеля. У цій роботі під ним будемо розуміти портфель, який забезпечить задану дохідність за мінімального рівня ризику.

Оптимальний портфель можна охарактеризувати такою системою обмежень:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_p \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^N X_i = 1 \\ X_i \geq 0, i = \overline{1, N} \\ R_p = \text{const} \end{array} \right. , \quad (3.8)$$

де σ_p – середньоквадратичне відхилення портфеля;

X_i – частка i -го цінного папера в інвестиційному портфелі;

N – кількість цінних паперів у портфелі;

R_p – очікувана дохідність портфеля.

Математичний вираз $R_p = \text{const}$ у цьому разі означає, що очікувана дохідність портфеля задається інвестором. Таким чином, задаючи необхідний рівень дохідності нескінченну кількість разів, інвестор зможе побудувати ефективну множину портфеля фінансових інструментів.

Теорію співвідношення ризику й доходу інвестицій у цінні папери в 60-х роках розвиває У. Шарп [76]. Він уводить у науковий обіг кілька важливих категорій. По-перше, він розділив загальний ризик інвестицій у цінні папери на дві частини: систематичний ризик і несистематичний ризик. По-друге, він розробив модель оцінювання капітальних активів (Capital Asset Pricing Model — CAPM).

Систематичним У. Шарп вважав ризик, пов'язаний із системою фінансового ринку. У свою чергу, вона залежить від змін в економіці та фінансах країни, а також від змін у світовій торгівлі, міжнародному русі капіталів, стану валют [33]. Ризик, пов'язаний із системою економічних і фінансових відносин, не можна перебороти за допомогою диверсифікації портфеля, що запропонував Г. Марковіц. Систематичний ризик в економічній літературі називають також недиверсифікованим, або ринковим, і позначають грецькою буквою β – бета.

Несистематичний ризик ще має назву диверсифікованого, або портфельного. Його природа відрізняється від природи ризику

систематичного. Інвестор може перебороти несистематичний ризик за допомогою диверсифікації портфеля. З цією метою інвестор повинен вивчати емітентів цінних паперів. Фундаментальний аналіз фінансового стану емітента спрямований на з'ясування можливостей банкрутства, дефолту, втрати капіталу й інших несприятливих ситуацій, що можуть виникнути в емітента.

Інвестори прагнуть підібрати таку комбінацію цінних паперів, у якій ризик і дохідність збалансовані.

У. Шарп пояснює причину поділу загального ризику на дві частини різним впливом цих частин на очікувану дохідність. Цінний папір із високим ступенем систематичного ризику, тобто з вищим значенням бета β , може принести інвестору вищий очікуваний дохід [65]. Несистематичний ризик із бетою не пов'язаний, тому збільшення власного, тобто диверсифікованого, ризику не веде до зростання очікуваної дохідності. Інвестори винагороджуються лише за ринковий, тобто систематичний, ризик, несистематичний ризик не винагороджується.

Американські автори [76–80] зазначають, що в основу стратегічного фінансового управління повинні бути покладені методи управління несистематичним ризиком і глибоке вивчення систематичного ризику. Співвідношення між систематичним і несистематичним ризиком показано на рисунку 3.5.

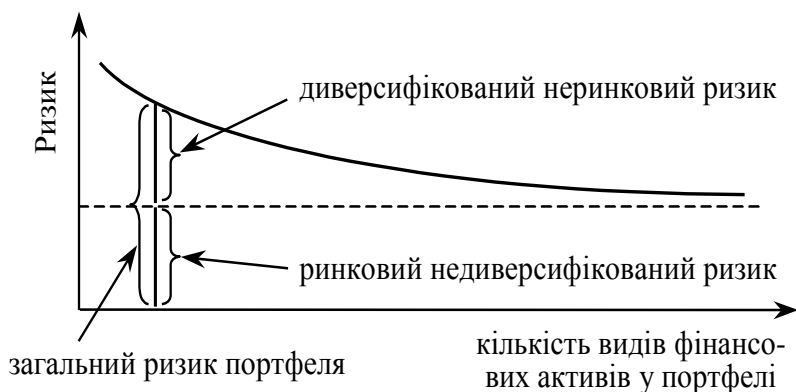


Рисунок 3.5 – Залежність ризику від кількості цінних паперів у портфелі

Як показують дані рисунка, систематичний ризик не залежить від кількості цінних паперів у портфелі. Що стосується несистематичного ризику, який є специфічним, унікальним для кожного інвестора, то він залежить від кількості цінних паперів у портфелі. Портфель інвестора, що складається з 10 або 20 цінних паперів, диверсифікувати важче, ніж той, у якому міститься 1 500 або більше цінних паперів. Несистематичний ризик знижується через зростання обсягів портфелів, а разом із ним знижується і загальний ризик. У результаті залишається систематичний ризик, але інвестор за нього винагороджується премією за ризик.

У. Шарп запропонував модель оцінювання капітальних активів, на підставі якої корпорація може визначити ціну капіталу, тобто вартість придбання капіталу, необхідного для ведення підприємницької діяльності. Інвестор, що вкладає свій капітал у цінні папери, випущені корпорацією, на основі цієї моделі визначає його дохідність з урахуванням ризику.

Модель У. Шарпа, як і будь-яка теоретична концепція, заснована на абстракції, тобто на багатьох допущеннях. Модель передбачає наявність досконалого, ідеального ринку цінних паперів, тобто:

- інформація є однаково доступною для всіх інвесторів;
- усі цінні папери, що мають ризик, обертаються публічно;
- усі інвестори не схильні до ризику, й інвестують у більш ризикові активи лише заради більших очікуваних доходів (премії за ризик);
- відсутні податки й операційні витрати, існують необмежені можливості коротких продажів (запозичені активи із зобов'язанням повернення);
- усі інвестори однаковою мірою поінформовані стосовно очікуваної дохідності й ризику інвестицій і характеризуються однаковими очікуваннями щодо майбутнього;
- фінансові ринки конкурентні, а горизонт прийняття рішень однаковий для всіх інвесторів;
- існує безризикова ставка доходу, однакова як для кредитів, так і для інвестицій;

– інвестори можуть давати гроші в позику і позичати за безризиковою процентною ставкою, причому можливості з безризикового кредитування й інвестування необмежені, натомість активи нескінченно подільні, тобто існує можливість придбання та продажу активів у будь-якому обсязі;

– інвестори оцінюють ефективність інвестиційних рішень за двома параметрами — очікуваною (середньою) дохідністю та рівнем ризику, вимірюваного як β -коефіцієнт [33].

Особливість моделі полягає в тому, що вона дає можливість визначити зв'язок між ризиком і дохідністю цінного папера.

Портфель складається з множини цінних паперів, кожен з них вносить свою частку у визначений ризик і очікуваний дохід. Тому виникла необхідність визначення ризику і доходу кожного учасника портфеля. Дохідність цінного папера визначається за формулою:

$$r_i = r_f + \beta_i(r_m - r_f), \quad (3.9)$$

де r_i — очікувана дохідність цінного папера i ;

β_i — коефіцієнт бета (систематичного ризику) за цінним папером i (який ще називають бета-коефіцієнтом Шарпа);

r_f — безризикова процентна ставка;

r_m — очікувана ставка доходу середньоринкового портфеля.

Модель У. Шарпа передбачає, що за цінним папером визначається систематичний ризик. Таке визначення дає можливість зіставити систематичний ризик цього цінного папера i із ризиком середнього активу, тобто визначити відносну міру чутливості фактичного доходу за цінним папером стосовно фактичної дохідності ринкового портфеля. Бета-коефіцієнт ринкового портфеля дорівнює 1. У цьому разі ризик вкладення в акцію корелюється з доходом ринкового портфеля. Якщо інвестиція в акції буде менш ризикованою, ніж портфельний ризик, то $\beta < 1$. У випадку інвестиції у високоризиковану акцію $\beta > 1$. Отже, коефіцієнт бета можна вважати індексом невизначеності ціни акції, що емітується цією корпорацією, відносно ринкових цін.

На практиці в ринковий (середньоринковий) портфель входять цінні папери, на підставі яких складаються фондови

індекси. Управляючі інвестиційними фондами або іншими інвестиційними інститутами визначають портфелі для кожного класу активів [60]. На ринку капіталів відбувається спеціалізація інвесторів не лише за класами цінних паперів (акції або облігації), а й усередині класів. Виробляється так званий інвестиційний стиль. Це означає, що інвестор формує портфель із певних цінних паперів, наприклад, лише з цінних паперів, що емітуються фінансовими корпораціями, або з акцій із високими дивідендами і капіталізацією.

У цій роботі для спрощення розрахунків як дохідність середньоринкового портфеля будемо використовувати приріст індексу фондового ринку.

У межах портфельної теорії стосовно нашого дослідження особливе прикладне значення має, зокрема, запропонована У. Шарпом модель ув'язування дохідності цінних паперів і систематичного β -ризик. Базуючись на ній, наведемо таку методичку оптимізації портфеля фінансових інструментів.

Як зазначалося вище, У. Шарп вважає, що дисперсія будь-яких цінних паперів складається з 2 частин: систематичного (або ринкового) ризику та несистематичного (або власного) ризику портфеля [70, 78]. Аналітично це задається такою формулою:

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_I^2 + \sigma_{\epsilon_i}^2, \quad (3.10)$$

де β_i – бета-коефіцієнт Шарпа для i -го цінного папера;

σ_I^2 – дисперсія дохідності на ринковий індекс фондової біржі;

$\sigma_{\epsilon_i}^2$ – власний ризик i -го цінного папера.

Звідси несистематичний портфельний ризик можна розрахувати за формулою

$$\sigma_{\epsilon_i}^2 = \sigma_i^2 - \beta_i^2 \sigma_I^2, \quad (3.11)$$

де σ_i^2 – загальний ризик i -го цінного папера;

β_i – бета-коефіцієнт Шарпа для i -го цінного папера;

σ_I^2 – дисперсія приросту ринкового біржового індексу.

У свою чергу бета-коефіцієнт Шарпа для i -го цінного папера розраховується за такою формулою

$$\beta_i = \sigma_{iI} / \sigma_I^2, \quad (3.12)$$

де σ_{iI} – коваріація між дохідністю i -ої акції та дохідністю на ринковий індекс;

σ_I^2 – дисперсія дохідності на ринковий індекс фондової біржі.

Загальний ризик портфеля, що вимірюється дисперсією його доходності, становить:

$$\sigma_p^2 = \beta_p^2 \sigma_I^2 + \sigma_{ep}^2, \quad (3.13)$$

де β_p – ринковий ризик портфеля;

σ_I^2 – дисперсія дохідності на ринковий індекс фондової біржі;

σ_{ep}^2 – власний ризик портфеля, що містить N цінних паперів.

Ринковий ризик портфеля знаходиться за формулою

$$\beta_p = \sum_{i=1}^N X_i \beta_i, \quad (3.14)$$

де X_i – частка i -го цінного папера в інвестиційному портфелі;

N – кількість цінних паперів у портфелі;

β_i – бета-коефіцієнт Шарпа для i -го цінного папера у портфелі.

Власний ризик портфеля можна обчислити за формулою

$$\sigma_{ep}^2 = \sum_{i=1}^N X_i^2 \sigma_{ei}^2, \quad (3.15)$$

де X_i – частка i -го цінного папера в інвестиційному портфелі;

N – кількість цінних паперів у портфелі;

σ_{ei}^2 – власний ризик i -го цінного папера.

Оптимальний портфель за У. Шарпом можна охарактеризувати системою обмежень (3.16)

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_p^2 \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^N X_i = 1 \\ X_i \geq 0, i = \overline{1, N} \\ R_p = const \end{array} \right., \quad (3.16)$$

де σ_p^2 – дисперсія портфеля цінних паперів;

X_i – частка i -го цінного папера в портфелі фінансових інструментів;

N – кількість цінних паперів в інвестиційному портфелі;

R_p – дохідність портфеля, що вимагається інвестором.

Математичний вираз $R_p = const$ у цьому разі означає, що очікувана дохідність портфеля задається інвестором. Таким чином, задаючи необхідний рівень дохідності нескінченну кількість разів, інвестор зможе побудувати ефективну множину портфеля цінних паперів.

Обчислення ефективної множини й ефективного портфеля за допомогою використання комп'ютера називається оптимізацією, а інвестори застосовують техніку оптимізації. Проте інвестори часто віддають перевагу використанню певного набору правил і закономірностей. Як зазначають американські автори оптимізація веде до знищення «артистизму і грації» в управлінні інвестиціями.

Оптимізація не може врахувати історичних подій, надзвичайних обставин. Висновок, до якого приходять автори, такий: ніщо не може замінити прогноз кваліфікованого спеціаліста про дохідність і ризик цінних паперів, заснований на правильному застосуванні поняття ринкової рівноваги [72].

Особливості застосування фундаментального та технічного аналізу для вибору моменту формування і перегляду оптимального портфеля

У системі методів дослідження кон'юнктури фінансового ринку найбільш надійним методичним апаратом володіє фундаментальний аналіз, хоча його складність і відносно висока вартість проведення суттєво стримують сферу його застосування. Результати фундаментального аналізу є основною умовою забезпечення високого ступеня ефективності фінансового ринку (тоді як результати технічного аналізу можуть забезпечити ефективність фінансового ринку дещо меншою мірою).

Діапазон досліджень фінансового ринку на основі методів фундаментального аналізу найбільш широкий [70]. Основними напрямками такого дослідження є:

- аналіз і прогнозування кон'юнктури фінансового ринку в цілому у зв'язку із загальноекономічним розвитком країни;
- аналіз і прогнозування кон'юнктури окремих видів і сегментів фінансового ринку;
- аналіз та оцінювання перспектив фінансової привабливості окремих галузей економіки;
- аналіз та оцінювання перспектив фінансової привабливості окремих регіонів країни;
- аналіз і прогнозування фінансової позиції підприємств;
- порівняльний аналіз фінансових якостей окремих реальних проєктів фінансових інструментів та відповідне прогнозування динаміки рівня цін на них.

Фундаментальний аналіз заснований на дослідженні окремих факторів, що впливають на динаміку показників, що вивчаються, і визначенні можливої зміни цих факторів у майбутньому періоді. У

процесі прогнозування кон'юнктури фінансового ринку на основі фундаментального аналізу використовують такі основні методи:

– метод прогнозування «згори-донизу», що передбачає здійснення прогнозних розрахунків у напрямку від загального до конкретного. У процесі здійснення таких прогнозних розрахунків спочатку оцінюється можлива зміна параметрів загальноекономічного розвитку країни; потім прогнозуються основні параметри майбутнього розвитку окремих елементів фінансового ринку в цілому; після цього прогнозується кон'юнктура окремих видів фінансових ринків; потім здійснюється прогноз кон'юнктури окремих сегментів фінансового ринку, що цікавлять його учасника; на завершальній стадії прогнозних розрахунків визначаються ймовірні параметри обороту на ринку конкретних видів фінансових товарів та інструментів;

– метод прогнозування «знизу-догори», який передбачає здійснення прогнозних розрахунків у зворотній послідовності. Число рівнів прогнозування визначає при цьому сам аналітик, виходячи з поставлених перед ним завдань;

– імовірнісний метод прогнозування, що здійснюється в умовах недостатності вихідної інформації, особливо тієї, яка характеризує майбутню динаміку макроекономічних факторів. У цьому разі прогнозування окремих показників кон'юнктури фінансового ринку на всіх його рівнях носить багатоваріантний характер у діапазоні від оптимістичного до песимістичного оцінювання можливого розвитку окремих факторних показників;

– метод економетричного моделювання прогнозованих показників кон'юнктури фінансового ринку або окремих фінансових товарів та інструментів, що базується на побудові індивідуальних, зазвичай багатofакторних, економетричних (економіко-математичних) моделей;

– метод моделювання фінансових коефіцієнтів, що використовується в основному для прогнозування показників розвитку окремих учасників фінансового ринку. Система таких коефіцієнтів дозволяє оцінити рентабельність, фінансову стійкість, платоспроможність та інші сторони майбутньої фінансової діяльності конкретного підприємства;

– метод об'єктивно-орієнтованого моделювання (або метод побудови електронних таблиць) ґрунтується на розкладанні окремих прогнозованих інтегральних показників на низку окремих їх значень під час використання комп'ютерних електронних таблиць [59, 70].

У цьому дослідженні використовують такий метод фундаментального аналізу, як метод економетричного моделювання портфеля фінансових інструментів, що базується на побудові багатфакторних моделей на базі теоретичних узагальнень Г. Марковіца та У. Шарпа.

На відміну від фундаментального аналізу технічний аналіз передбачає прогнозування змін цін у майбутньому на основі аналізу змін цін у минулому. У його основі покладено аналіз часових рядів цін. Окрім цінових рядів у технічному аналізі використовується інформація про об'єми торгів й інші статистичні дані. Найчастіше методи технічного аналізу використовують для аналізу цін, що змінюються вільно (наприклад, на фондових біржах) [62, 63].

У технічному аналізі розроблено безліч різних інструментів і методів, але всі вони засновані на одному загальному припущенні – шляхом аналізу часових рядів за допомогою виділення трендів (на основі патернів і технічних індикаторів) можливо спрогнозувати поведінку цін у майбутньому. Досвідчені аналітики роками виробляють свої критерії прогнозу курсів і прийняття рішень про купівлю або продаж певного фінансового інструмента.

Прогнозний апарат технічного аналізу базується на окремих теоріях, серед яких найбільше поширення одержали: теорія Доу, теорія хвиль Еліота, теорія ковзної середньої та інші [74].

Кожен із методів технічного аналізу містить деяке число параметрів (довжина аналізованого історичного періоду, припустиме відхилення курсу від середньої тенденції, що свідчить про настання змін на ринку тощо). Ці параметри, як і ефективність роботи кожного з методів, залежать від кон'юнктури ринку [73].

У такому дослідженні зосередимо увагу на особливостях використання методу фігур технічного аналізу (так званих патернів). Патерном (від англ. pattern – модель, зразок) у

технічному аналізу називають стійкі поєднання даних ціни, об'єму або індикаторів, що повторюються.

Найбільш поширеними формами патернів є: голова і плечі (перевернуті голова і плечі); подвійна вершина (подвійна підстава); потрійна вершина (потрійна підстава); діамант; трикутник; прапор; клин; вимпел; чашка з ручкою (і вертикальне віддзеркалення чашки з ручкою) та ін.

Для розуміння сутності фігур технічного аналізу та їх використання важливим є розуміння і використання принципів технічного аналізу. Е. Л. Найман [44] виділяє такі принципи технічного аналізу:

– курс враховує все. Суть цього принципу полягає в тому, що будь-який фактор, що впливає на ціну (економічний, політичний або психологічний) уже врахований ринком у ціну цінного папера. Тому вивчення графіка ціни – це все, що потрібно для прогнозування;

– ціна рухається в одному напрямку. Це припущення є основою трендового аналізу та слугує стрижнем усього технічного аналізу. Виділяють три типи трендів: «бичачий» (зростання), «ведмежачий» (зниження); бічний;

– історія повторюється. Суть цього твердження полягає в незмінності дії законів економіки в різні періоди історії. Отже, ті правила, що діяли у минулому, діють і зараз, а також діятимуть і в майбутньому. Саме це твердження і дає нам підставу проводити технічний аналіз дійсності й з якоюсь імовірністю прогнозувати майбутнє.

Спеціалісти-аналітики фондового ринку стверджують, що існує велика кількість різних методів та індикаторів. До найбільш відомих видів інформації, що одержують аналітики, відносять [62]:

– первинну інформацію, а саме: ціну, за якою здійснюються угоди; величину торгів та ліквідність цінних паперів або валюти; попит і пропозицію на ринку;

– інформацію, що йде з затриманням (інерційна інформація), до якої відносять такі методи: японські свічки, що показують волатильність, або розподіл цін; ковзна середня; метод сходження і розходження тощо;

– інформацію про швидкість і прискорення ринку, а саме: моментум – аналіз швидкості та напряму зміни ціни (перша похідна, зміна в часі); стохастичний індикатор – аналіз прискорення зміни ціни (друга похідна, або швидкість зміни швидкості); індекс відносної сили – порівняння швидкості росту й швидкості зменшення ціни в обраному часовому інтервалі;

– інформацію, що одержують за допомогою інших індикаторів, таких як: лінії тренду; аналіз за допомогою чисел Фібоначчі; метод хвильової симетрії; підтримка/супротив; напрям ціни та об'єму; відкритий інтерес; лінії Боллінджера; ваговий об'єм; індекс накопичення/розподілу; індикатор Ішимоку; аналіз опціонних рівнів; індикатори настрою ринку тощо.

У цьому дослідженні для визначення моменту формування оптимального портфеля та перегляду його структури пропонується використовувати такий метод технічного аналізу, як побудова фігур технічного аналізу, доповнивши його аналізом за допомогою рядів Фібоначчі.

Тому можна вважати доцільним розглянути основні фігури (патерни), що найчастіше застосовуються у технічному аналізі, та механізм їх формування.

У процесі графічного вивчення поточної динаміки показників, що спостерігаються, можна виділити такі етапи [73]:

– визначення характеру тенденцій показника, що вивчається;
– визначення так званої точки зламу тенденції. Під точкою зламу тенденції розуміють максимальні або мінімальні значення аналізованого показника, після яких тенденція змінюється на протилежну. Точки зламу ринку «биків» визначаються за максимальним рівнем цін у короткому періоді, у той час як точки зламу «ведмежого» ринку – відповідно за мінімальним рівнем цін у короткому періоді. У рамках довгострокової тенденції система точок зламу доповнюється й піковими (максимальними і мінімальними) рівнями цін;

– визначення рівнів підтримки та опору показника, що спостерігається. Рівень підтримки являє собою побудовану на графіку лінію з'єднання всіх мінімальних значень показника за відповідними точками зламу, а рівень опору – аналогічну лінію, побудовану за максимальним його значенням;

– визначення частоти й характеру розривів показника, що спостерігається. У теорії технічного аналізу виділяють різні види розривів (прискорювальний, уповільнюючий, випереджувальний, острівний, кінцевий тощо), кожен з яких дозволяє визначити напрями й ступінь інтенсивності зміни тенденції показника.

Доцільно розглянути графічні зображення деяких фігур технічного аналізу та особливості їх використання.

Фігуру «голова і плечі» наведено на рисунку 3.6. Вона являє собою три послідовних піки, середній з яких (голова) найвищий, а інші два піки з боків (плечі) – нижче і приблизно рівні. Впадини між піковими точками формують лінію підтримки, яку також називають «вирізом».



Рисунок 3.6 – Фігура «Голова і плечі» на прикладі акцій компанії CNET Networks Inc [61]

На графіку показано розворот висхідного тренда компанії типу «голова і плечі». Особливістю цієї фігури є формування «вирізу», перша точка якого знаходиться в кінці першого плеча і початку голови, а інша – відмічає початок другого плеча і кінець голови. Якщо вирізок низхідний, то він вважається «ведмежим» і свідчить про більш стрімке падіння ціни після фігури. Для перевірки даних за цією фігурою рекомендують використовувати показники об'єму торгів.

Фігура «спадний трикутник» наведена на рисунку 3.7. У більшості випадків спадний трикутник формується після

низхідного тренда, хоча незалежно від напрямку тренда перед фігурою «спадний трикутник», ціна падає.



Рисунок 3.7 – Фігура «спадний трикутник» на прикладі акцій компанії SalesForce.Com (CRM) [63]

Можна виділити такі умови формування фігури «спадний трикутник»: хвилі ціни повинні формувати чітку лінію підтримки, при цьому повинно бути не менше двох точок дотику; хвилі цін повинні формувати спадну лінію супротиву (гіпотенузу), ціна повинна доторкнутися до неї не менше двох разів; зазвичай об'єм торгів під час формування фігури зменшується.

Фігура «спадний клин» наведена на рисунку 3.8. Вона зустрічається досить рідко. Визначити час закінчення фігури буває досить проблематично. Напрямок руху ціни після повного формування фігури залежить від сторони, з якої ціни пробила фігуру (тобто знизу або зверху). У свою чергу, це означає, що перетин ціною однієї з прямих є ключовим моментом для технічного аналітика.

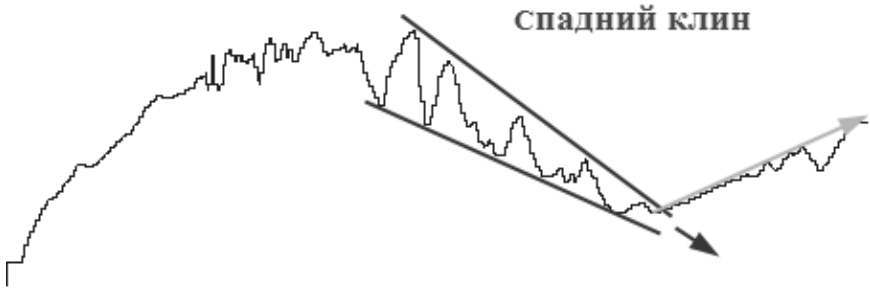


Рисунок 3.8 – Фігура «спадний клин»

Шляхом аналізу існуючої літератури можна визначити такі умови формування фігури «спадний клин»: лінія супротиву формується двома або більше точками дотику, кожна точка дотику повинна бути нижчою за попередню; лінія підтримки повинна відобразити мінімум 2 точки дотику, кожна з яких повинна бути нижчою за попередню; зменшення кута, сформованого лініями підтримки і супротиву, свідчить про правильне формування фігури; перетин ціною однією з ліній (супротиву або підтримки) означає завершення фігури, причому ціна буде рухатися в тому напрямку, в якому перетнула лінії; підтвердженням достовірності фігури є збільшення обсягу торгів.

Фігура «подвійне дно» наведена на рисунку 3.9. Ця фігура складається з двох приблизно рівних ден, між якими є невелике сходження. Іноді «подвійне дно» називають буквою латинського алфавіту «W» через очевидну схожість. Основним рухом ціни, що підтверджує подвійне дно вважають перетин опору знизу вгору.



Рисунок 3.9 – Фігура «Подвійне дно» на прикладі акцій компанії Google [71]

Можна виділити такі особливості фігури «подвійне дно»: лінія підтримки формується за найнижчими точками обох днів; вважається, що між двома зниженнями повинно пройти не менше місяця, в іншому разі «подвійне дно» не є справжнім і може призвести до протилежних наслідків; лінія супротиву формується на рівні максимального значення сходження; якщо при формуванні другого дна падає об'єм торгів, то це є додатковим підтвердженням справжності фігури.

Фігура «прапор» (у цьому разі «спадний прапор») наведена на рисунку 3.10. Ця фігура є фігурою продовження тенденції й з'являється в період хоча і нестабільного, але більш-менш рівноважного стану ринку. В цей період курси рухаються не за трендом, а входять у ціновий діапазон між лінією супротиву та підтримки.

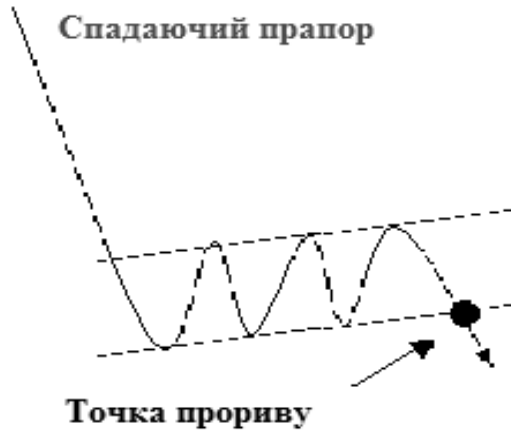


Рисунок 3.10 – Фігура «спадний прапор»

Можна виділити такі умови формування фігури «спадний прапор»: перед формуванням фігури спостерігається різке зменшення ціни; фігура формується з коридору між лініями супротиву й підтримки, що майже паралельні одна одній; точок дотику повинно бути, як мінімум, дві; сигналом до купівлі є прорив однієї з цих ліній.

Фігура «вимпел» відрізняється тим, що лінії супротиву і підтримки перетинаються в кінці формування фігури. Відмінність від фігури «трикутник» полягає в значно більшому періоді формування.

Фігура «Діамант» є рідкісною фігурою технічного аналізу, що формується з ліній підтримки і супротиву, які паралельні одна одній. Графічне зображення фігури наведено на рисунку 3.11.

Основними особливостями формування цієї фігури є: паралельність ліній підтримки і супротиву; для формування кожної зі сторін «діаманту» необхідно щонайменше дві точки дотику тощо.

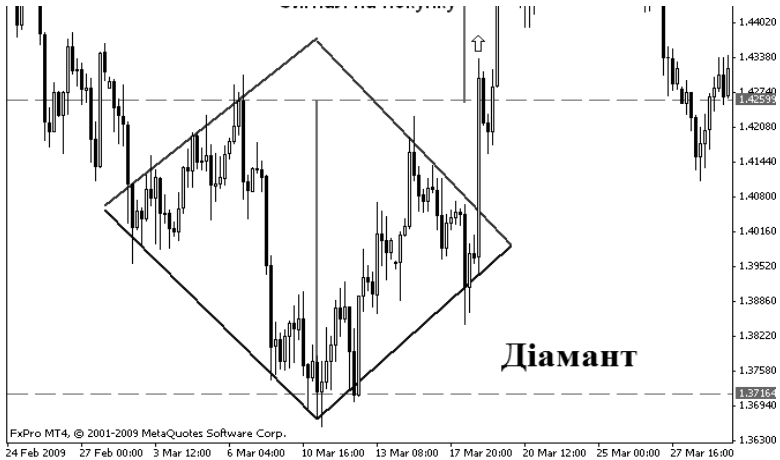


Рисунок 3.11 – Фігура «діамант» [63]

Аналіз за допомогою фігур технічного аналізу варто доповнити аналізом за допомогою рядів Фібоначчі.

Л. Фібоначчі (1180–1240) був одним із кращих математиків свого часу. Свої базові знання він почерпнув від давньоєгипетських, давньогрецьких та арабських математиків, систематизувавши їх у своїй основній праці «Книга обчислень» (1202 р.). У цій книзі Фібоначчі подав ряд натуральних чисел 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 і т. д. до безкінечності, який названо на його честь рядом чисел Фібоначчі і який став предметом досліджень сучасних технічних аналітиків. Для чисел ряду Фібоначчі діє таке правило:

$$F_{n+1} F_{n-1} - F_n^2 = (-1)^n, \quad (3.17)$$

де F_{n+1} – число з ряду Фібоначчі, наступне за числом F_n ;

F_{n-1} – число з ряду Фібоначчі, попереднє числу F_n ;

F_n – будь-яке число ряду Фібоначчі.

Згідно з легендою Фібоначчі вивів свій ряд, спостерігаючи за досконалістю пропорцій великої єгипетської піраміди в Гізі. Ця досконалість пояснювалася тим, що піраміда була побудована за

«золотим перерізом». «Золотим перерізом» є поділ відрізка AC на дві нерівні частини AB та BC таким чином, що відношення AC:AB та AB:BC рівні, приблизно 1.618034 (це число позначають на честь давньогрецького скульптора Фідія літерою ϕ , а AB:AC і BC:AB рівні, приблизно 0,618034 (позначають спеціальним символом $\bar{\phi}$ з рискою).

«Золотий переріз» за загально визнаною думкою є відображенням вселенських законів співвідношення різних мір, істинною мірою будь-якого співвідношення. Так, спіральні космічні утворення, спіралі річкових і морських мушель, і навіть людських вушних раковин також підкоряються «золотому перерізу», а геніальний Леонардо да Вінчі використовував його для побудови пропорцій тіла людини.

Відомо, що ряд чисел Фібоначчі найкраще підходить для побудови «золотого перерізу». При цьому числа ряду Фібоначчі мають цілу низку закономірностей. Так, кожне число ряду являє собою суму двох попередніх чисел: $0+1=1$; $1+1=2$; $1+2=3$; $2+3=5$ і т. д.

Законам природи підкоряється й поведінка людей. Фінансові ринки, відображаючи очікування, оцінювання та рішення всіх учасників ринку, зводять їх у кінцевому підсумку до руху одного показника – ціни, яка, в свою чергу, теж підкоряється закону чисел Фібоначчі [46].

Досить часто на ринку можна спостерігати таке явище, коли зростаючий тренд раптом на деякий час завмирає, повертається назад і перегруповується, щоб згодом знову продовжити своє сходження. Знання того, яким саме буде подібне «повернення» (або, як його ще називають, «відкат») може надати інвестору непогану послугу.

Як це не дивно, але подібні «повернення» дуже часто підкоряються співвідношенню чисел Фібоначчі – тобто зміни відбуваються на рівні 38,2 та 61,8 %. Також нерідко нові рівні підтримки й опору встановлюються на рівні, похідному від цих, наприклад на рівні 50 %.

Якщо ринок знаходиться у спадному тренді, який раптово повертається та йде угору, то інвестору необхідно передбачити рівень підвищення. Для цього на графіку, що характеризує

динаміку цінного папера, зліва необхідно знайти найближчу точку, – коли ціна паперу була такою, що і наявний переломний мінімум. Між цими двома мінімумами необхідно обрати точку з найвищим рівнем ціни, що буде необхідним для інвестора максимумом. Тепер, маючи перед собою показники максимуму та мінімуму, можна легко одержати значення різниці цих двох величин. Далі необхідно послідовно перемножити це значення на 0,382, на 0,5 та на 0,618. Додавши кожному з одержаних сум до значення зламного мінімуму, інвестор зможе одержати три можливих рівні, на яких, за законом Фібоначчі, скоріше за все, й відбудеться повернення тренду до вихідного спадного руху.

У випадку, коли мова йде про висхідний тренд, який раптом стрімко повернув назад униз, дії з вибору точки відліку виконуються з точністю до навпаки. Зліва від точки «відкочування» (сьогоднішній переломний максимум) необхідно знайти точку, коли папером торгували за точно такою самою ціною. Між цими двома максимумами необхідно знайти найнижчий показник вартості цінного папера, що і буде шуканою аналітиком точкою відліку – мінімумом. Різниця значень максимуму і мінімуму, як і в попередньому випадку, є базою для розрахунку нових можливих рівнів підтримки. Перемноживши цю різницю послідовно на 0,382; 0,5 й на 0,618 і віднявши кожному з одержаних сум від наявного переломного максимуму, інвестор зможе одержати три значення ціни, за яких, за законом Фібоначчі, найбільш імовірним є повернення тренду до свого минулого, висхідного напрямку [16].

За твердженням багатьох трейдерів, закономірність чисел Фібоначчі дійсно дозволяє передбачити можливу поведінку ринку і є надійним, перевіреним часом інструментом. Саме з цієї причини ряд чисел Фібоначчі обрано деякими технічними аналітиками як основу для створення маси способів аналізу й прогнозування цін, найбільш відомими з яких є такі чотири:

- віялові лінії Фібоначчі;
- дуги Фібоначчі;
- рівні корекції Фібоначчі;
- часові періоди Фібоначчі.

Віялові лінії Фібоначчі являють собою три лінії, побудовані на основі відкладеної на графіку ціни так званої базової лінії. Базову лінію проводять від ключових точок графіка, його поворотних моментів – максимумів і мінімумів цін. Для кращого застосування ліній Фібоначчі рекомендують проводити зазначену базову лінію при розгортанні «бичачого» тренду від максимуму до мінімуму, а при розгортанні «ведмежого» тренду – від мінімуму до максимуму. Потрібно також враховувати, що побудовані таким чином лінії Фібоначчі є нерухомими і за різкої зміни ситуації можливо вимагають нової побудови на основі нової базової лінії. Як бачимо на наведеному нижче рисунку 3.12, базова лінія є діагоналлю прямокутника, всередині цього прямокутника відкладають паралельні осі часу лінії на рівні 61,8; 50 і 38,2 % від загальної величини квадрата. Точки перетину даних ліній з правою вертикальною стороною прямокутника і дадуть нам основу провести лінії Фібоначчі.

Лінії Фібоначчі демонструють сильні рівні опору і підтримки. На «ведмежому» ринку це зазвичай лінії супротиву, а на «бичачому» – лінії підтримки.

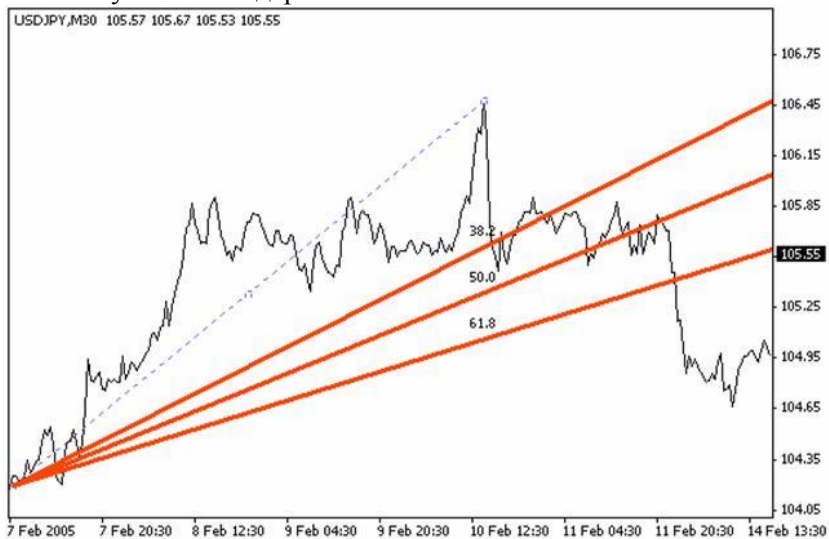


Рисунок 3.12 – Приклад побудови віялових ліній Фібоначчі [73]

Дуги Фібоначчі будують аналогічно до віялових ліній. Спочатку між двома ключовими точками на графіку ціни – максимумом і мінімумом проводять так звану базову лінію. Центром дуг Фібоначчі є другий екстремум ціни, а самі дуги проводять через три точки, що перетинають базову лінію на рівнях 61,8; 50 і 38,2 %. На продовженні цієї лінії можна будувати додаткові дуги на рівнях Фібоначчі 138,2; 161,8; 261,8 та 423,6 %. Останнє число є третім ступенем одного з основних чисел Фібоначчі 1,618034.

На «бичачому» тренді рекомендується будувати базову лінію від максимальної ціни до мінімальної (згори-вниз), а на «ведмежому» – від мінімальної до максимальної ціни (знизу-догори). При цьому перші дуги зазвичай показують рівні підтримки, а другі – рівні опору.

Приклад побудови дуг Фібоначчі наведено на рисунку 3.13.

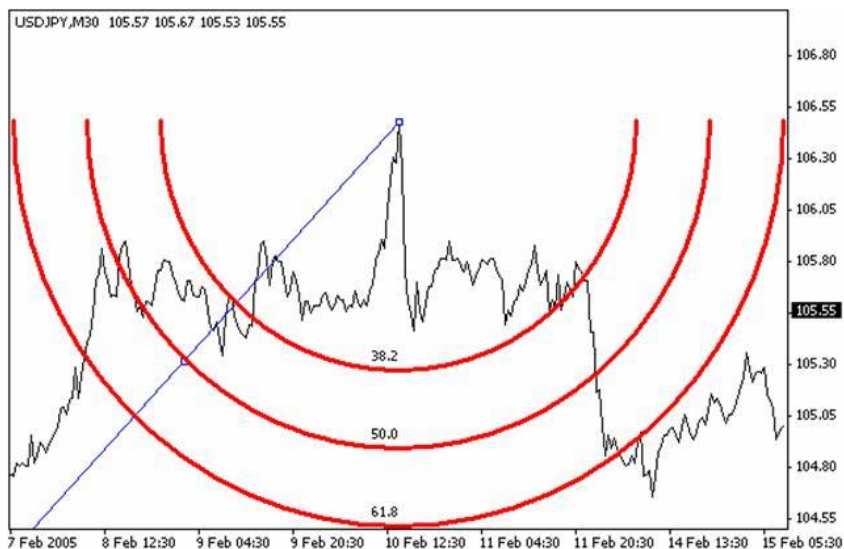


Рисунок 3.13 – Приклад побудови дуг Фібоначчі [73]

Рівні корекції Фібоначчі будують аналогічно. У цьому разі між двома ключовими точками на графіку ціни також проводять

так звану базову лінію, на рівнях якої відкладають десять горизонтальних ліній. Рівнями корекції Фібоначчі є 0; 23,6; 38,2; 50; 61,8; 100; 138,2; 161,8; 261,8 та 423,6 %. На «бичачому» тренді рекомендується будувати базову лінію від максимальної ціни до мінімальної (згори–вниз), а на «ведмежому» – від мінімальної до максимальної ціни (знизу–догори).

Приклад побудови рівнів корекції Фібоначчі наведено на рисунку 3.14.



Рисунок 3.14 – Приклад побудови рівнів корекції Фібоначчі [73]

Періоди Фібоначчі являють собою цілий ряд вертикальних ліній, що відповідають числовому ряду Фібоначчі. Ці лінії символізують ключові моменти в динаміці курсу. Це може бути або розгортання тренду, або його прискорення, або просто тимчасовий сильний рух.

Для побудови періодів Фібоначчі використовують правило числового ряду Фібоначчі, де дистанція між зазначеними вертикальними лініями є сумою попередніх двох дистанцій (аналогічно до чисел Фібоначчі, де $5 + 8 = 13$; $8 + 13 = 21$ і т. д.).

Під час аналізу періодів Фібоначчі інколи перші три лінії ігноруються. Для того щоб побудувати період Фібоначчі, необхідно відмітити на графіку один із ключових, на думку інвестора, моментів. Подальша побудова періодів Фібоначчі відбудеться шляхом нанесення вертикальних ліній у моменти часу за правилом ряду Фібоначчі. Приклад побудови періодів Фібоначчі наведено на рисунку 3.15.

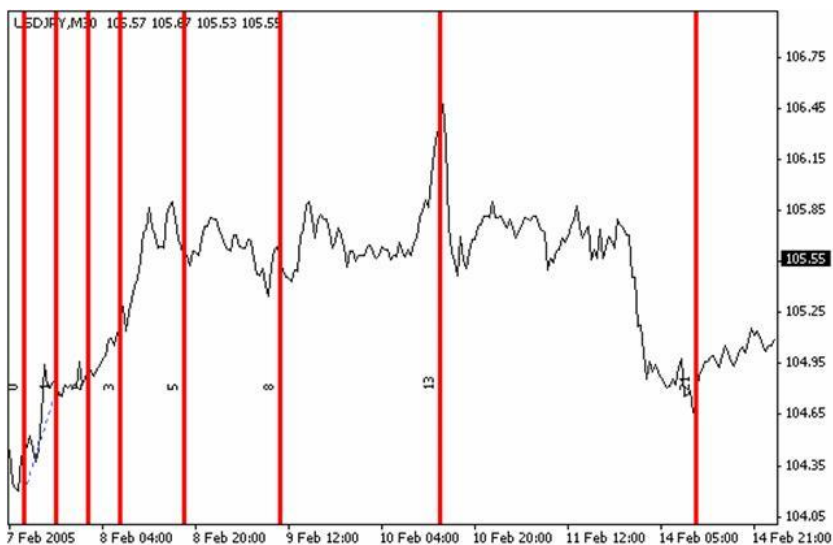


Рисунок 3.15 – Приклад побудови часових періодів Фібоначчі [73]

У цілому можна відмітити, що періоди Фібоначчі добре сигналізують про можливість ключового моменту, починаючи з третього періоду (іноді з другого періоду).

У цьому дослідженні пропонується використати таку модифікацію методу аналізу за допомогою числових рядів Фібоначчі. На графіку динаміки курсу цінного папера (або фондового індексу) відкладаються не всі значення курсу за період спостережень, а лише ті значення, що припадають на день торгів за правилом рядів Фібоначчі (тобто 1-й, 2-й, 3-й, 5-й, 8-й, 13-й і т. д.) і

з'єднуються плавною лінією. Це дозволяє значно спростити процедуру побудови часових періодів Фібоначчі (яка без спеціального програмного забезпечення біржових аналітиків є надзвичайно складною і трудомісткою), зберігши при цьому зміст методу, адже ключові точки динаміки курсу показано на графіку, що дозволить виявити приховані тенденції руху курсу цінних паперів.

Приклад побудови періодів Фібоначчі за допомогою запропонованого модифікованого методу наведено на рисунку 3.16.

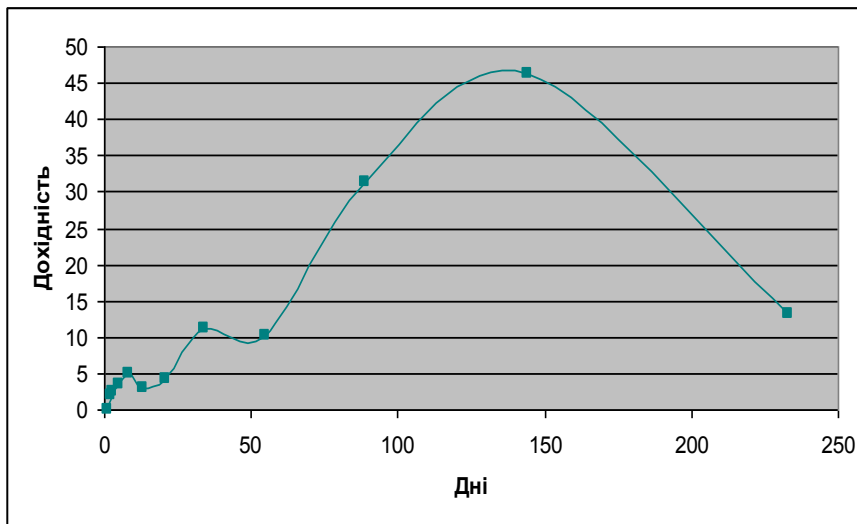


Рисунок 3.16 – Приклад побудови часових періодів Фібоначчі (модифікація)

Як бачимо, динаміка ринкового цінного папера є хвилеподібною, тому фінансовому аналітику можна запропонувати скористатися деякими положеннями хвильової теорії Еліота.

Так, Еліот вважає, що динаміка цінного папера може бути описана поведінкою хвилі, яка має 5 пікових точок, між якими

відбувалося зниження вартості фінансового інструмента. Найбільше зростання досягається на третій хвилі Еліота, тому в цей момент найдоцільнішим для інвестора буде продавати цінні папери, а не купування їх [8].

Останнім часом здобуває все більшу популярність теорія детермінованого хаосу [52]. Теорія хаосу пропонує нові концепції й алгоритми для аналізу часових рядів, що може привести до більш повного розуміння природи сигналів. Ця теорія являє собою широкий вибір потужних методів, включаючи обчислення показників Ляпунова, узагальнених розмірностей та ентропій, нелінійне передбачення й редукцію шумів, а також статистичні тести на нелінійність. Поряд із цим, необхідно відмітити відсутність точних алгоритмів застосування методів нелінійної динаміки та стандартних числових процедур для розрахунку основних показників, необхідних для прогнозу. Тому одержані результати можуть мати суб'єктивний вплив дослідника, і через це не будуть використовуватися у цьому дослідженні.

На нашу думку, формувати й переглядати портфель фінансових інструментів доцільно, якщо: в даний проміжок часу відбувається зниження середньозваженого курсу цінних паперів; за допомогою використання фігур технічного аналізу та рядів Фібоначчі можна зробити висновок про істотне зростання тренду в майбутньому. Перегляд портфеля фінансових інструментів також можливий, який за допомогою даних технічного аналізу можна припустити, що більшість цінних паперів портфеля покаже позитивну динаміку зростання, у той час як деякі – негативну. У такому разі зміна структури портфеля повинна відбуватися у бік збільшення часток цінних паперів, що мають позитивну динаміку.

Таким чином, використання у поєднанні методичного апарату фундаментального й технічного аналізу дозволяє створити передумови для здійснення надійних прогнозів кон'юнктури фінансового ринку на різних його рівнях, зокрема правильно вибрати вдалий момент для формування й перегляду портфеля фінансових інструментів.

3.3 Практичні аспекти знаходження оптимального портфеля цінних паперів

Розрахунок оптимального портфеля цінних паперів за моделлю Марковіца

У цьому дослідженні було сформовано портфель із 6 цінних паперів. Базою дослідження було обрано біржу РТС. Для формування портфеля було обрано цінні папери таких компаній, як «Уралкалій» (біржове кодування – URKA), «Роснафта» (ROSN), «Газпром» (GAZP), ГМК «Норильський нікель» (GMKN), «Лукойл» (LKOH), «Сбербанк» (SBER) [6].

Спочатку за допомогою Microsoft Excel було виконано обчислення дохідності даних 6 паперів за період з 01.09.2010 року до 01.09.2011 року, а також було розраховано дисперсію, середньоквадратичне відхилення та коваріацію між цими цінними паперами за допомогою вбудованої функції програми Microsoft Excel.

Матриця дохідностей подана у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Матриця-стовпчик дохідностей цінних паперів

Фінансовий інструмент	Дохідність, %
URKA	47,1755
ROSN	17,5588
GAZP	21,3941
GMKN	28,6155
LKOH	10,9937
SBER	24,4289

У результаті обчислень було одержано коваріаційну матрицю, що наведена у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Коваріаційна матриця фінансових інструментів

Показник	URKA	ROSN	GAZP	GMKN	LKOH	SBER
URKA	808,768	158,128	246,328	390,486	61,549	88,309
ROSN	158,128	107,551	126,092	120,796	64,144	65,161
GAZP	246,328	126,092	192,550	185,662	76,061	89,465
GMKN	390,486	120,796	185,662	244,067	61,570	96,337
LKOH	61,549	64,144	76,061	61,570	47,618	42,206
SBER	88,309	65,161	89,465	96,337	42,206	101,794

Якщо припустити, що кожен із 6 цінних паперів займає у портфелі однакову частку (тобто $X_1 = X_2 = \dots = X_6 = 1/6$), то отримаємо:

- дохідність рівнорозподіленого портфеля (яка була розрахована за формулою (2.3)) становить: $R_p = 25,03\%$;
- середньоквадратичне відхилення, що розраховане за формулою (2.6), становить: $\sigma_p = 12,07\%$.

Розв'язання задачі знаходження оптимального портфеля зводиться до розв'язання задачі математичного програмування, для чого у цьому разі було застосовано надбудову Microsoft Excel «Пошук рішення».

За $R_p = 25,03\%$ оптимальний портфель має вигляд, який наведений у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Порівняльна характеристика рівнорозподіленого та оптимального портфелів (за Марковіцем)

Показник	Рівнорозподілений портфель	Оптимальний портфель за Марковіцем
URKA	0,166 66	0,117 08
ROSN	0,166 66	0,000 00
GAZP	0,166 66	0,000 00
GMKN	0,166 66	0,000 00
LKOH	0,166 66	0,153 49
SBER	0,166 66	0,729 42
Ризик портфеля, %	12,07	9,65

Ефективна множина портфельів має вигляд, наведений у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Структура оптимального портфеля за Марковіцем за різних рівнів дохідності, що вимагається інвестором

Дохідність, %	Ризик, %	URKA	ROSN	GAZP	GMKN	LKOH	SBER
11	6,9	0,000	0	0	0	0,999	0,000 47
13,5	6,92	0,000	0	0	0	0,813	0,186 55
15	7,07	0,013	0	0	0	0,724	0,261 38
17,5	7,48	0,039	0	0	0	0,582	0,378 04
20	8,07	0,065	0	0	0	0,440	0,494 70
22,5	8,8	0,091	0	0	0	0,297	0,611 36
25	9,64	0,116	0	0	0	0,155	0,728 02
30	11,8	0,244	0	0	0	0,000	0,755 08
35	15,74	0,464	0	0	0	0,000	0,535 27
40	20,67	0,684	0	0	0	0,000	0,535 27
45	26,03	0,904	0	0	0	0,000	0,095 64
47	28,24	0,992	0	0	0	0,000	0,007 72

Графічне зображення ефективної множини даного портфеля подане на рисунку 3.17.

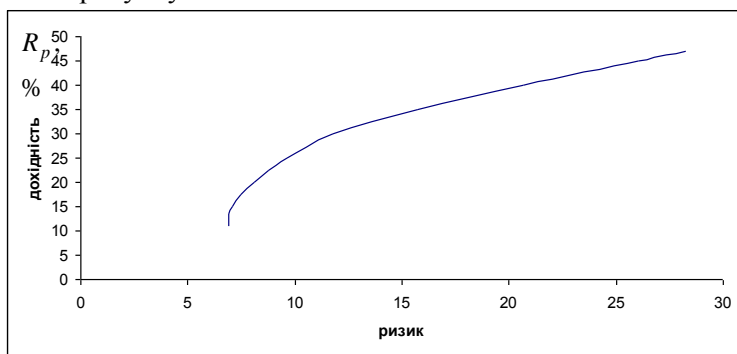


Рисунок 3.17 – Крива байдужості оптимального портфеля за Марковіцем

Здійснимо порівняння ефективності застосування підходу Марковіца, припустивши, що інвестор формує портфель станом на 01.09.2011 року. Горизонт інвестування при цьому встановимо на рівні 2 місяців. Структуру портфеля візьмемо з таблиці 3.3. Аналіз ефективності застосування підходу Марковіца наведемо у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Порівняльна характеристика ефективності формування оптимального портфеля на 01.09.2011 р. за Марковіцем

Показник	Котирування на 01.09.11	Котирування на 01.11.11	Дохідність цінного папера, %	Дохідність рівнорозподіленого портфеля, %	Портфель Марковіца, %
URKA	286,241	263,874	-7,814	-1,302	-0,915
ROSN	227,676	212,864	-6,506	-1,084	0,000
GAZP	176,332	174,353	-1,122	-0,187	0,000
GMKN	7 122,041	5 761,996	-19,096	-3,183	0,000
LKOH	1 723,363	1 750,948	1,601	0,267	0,246
SBER	84,108	78,767	-6,351	-1,058	-4,632
Дохідність портфеля, %	-	-	-	-6,548	-5,302

Необхідно зазначити, що за період з 1-го вересня до 1-го листопада 2011 року індекс РТС знизився на 8,17 % [26]. Отже, оптимізація портфеля дає можливість мінімізувати збитки порівняно з вкладенням у рівнорозподілений портфель.

Як бачимо, якщо користуватися лише можливостями фундаментального аналізу, то навіть незважаючи на краші результати порівняно з середньоринковими, можна все-таки зробити висновок, що інвестор невдало обрав момент формування портфеля фінансових інструментів.

Для того щоб правильно вибрати момент формування портфеля фінансових інструментів скористаємося можливостями

технічного аналізу, а саме аналізом трендів та модифікованим методом періодів Фібоначчі.

Динаміка індексів інструментів РТС за рік наведена на рисунку 3.18.

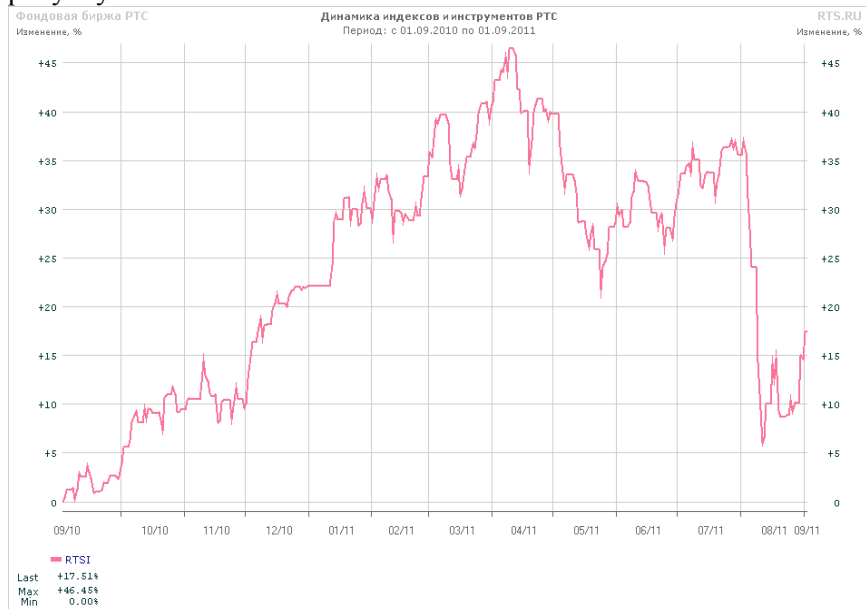


Рисунок 3.18 – Динаміка індексів інструментів РТС із 01.09.2010 р. до 01.09.2011 р. [11]

На перший погляд ця фігура схожа на «подвійне дно», і тому інвестор обрав момент формування портфеля на 01.09.11 р., очікуючи зростання тренду в короткостроковому періоді. Проте піддавши цю фігуру більш детальному аналізу, можна побачити низхідний тренд із деякими коливаннями вгору. Тому деяке зростання, що демонструє індекс, не можна вважати трендом. Із даних графіка можна припустити, що дно низхідного тренду буде через період, близький до 1-го місяця. Тому інвестору можна порекомендувати розпочати формування портфеля з початку жовтня 2011 р.

Це підтверджується й за допомогою аналізу ряду Фібоначчі, наведеному на рисунку 3.19.

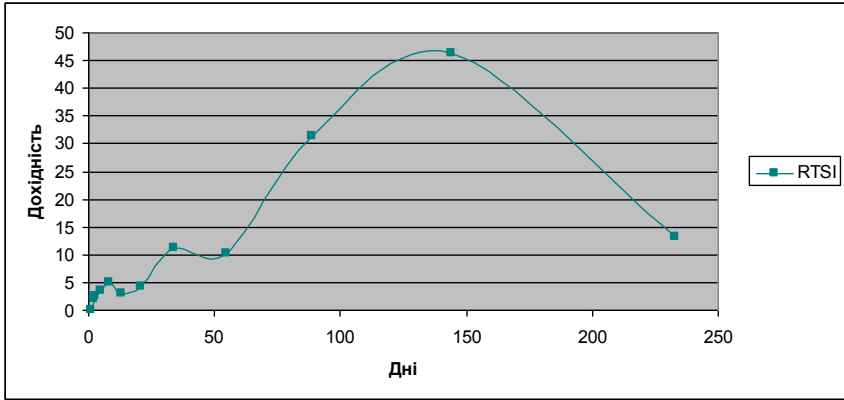


Рисунок 3.19 – Динаміка індексу РТС, побудована за допомогою ряду Фібоначчі

Як бачимо з графіка, динаміка індексу РТС є низкою хвиль, що мають все більшу амплітуду та довжину. Така повторювана хвилеподібна динаміка ринку, виявлена за допомогою ряду Фібоначчі та теорії Еліота, свідчить про те, що поведінку біржового індексу можна подати як фрактал. Як відомо, однією з найважливіших властивостей фрактала є самоподібність: будь-яка найменша його частина подібна до цілого фрактала й будь-якої іншої його частини, що дає змогу прогнозувати його поведінку з певною мірою ймовірності.

Можна припустити, що низхідна частина хвилі досягне дна приблизно на 270-й день періоду спостережень (який припадає на 30.09.2011 р.), після цього відбудеться зростання індексу РТС і поживавлення фондового ринку.

Динаміка індексів інструментів РТС за період, що передувє обраному моменту формування портфеля, і підтверджує зроблені вище висновки наведена на рисунку 3.20.

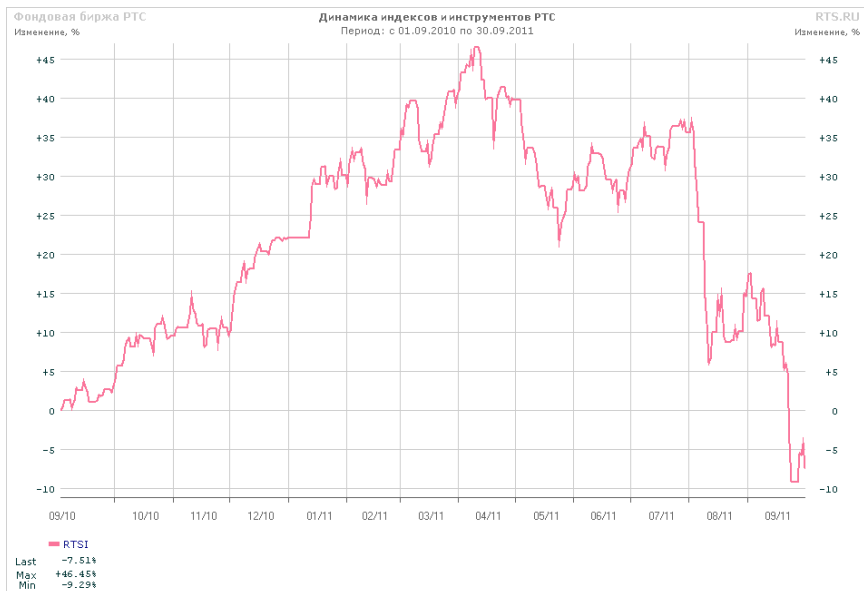


Рисунок 3.20 – Динаміка індексів інструментів РТС із 01.09.2010 р. до 30.09.2011 р. [19]

У зв'язку з підтвердженням ринкових тенденцій інвестору можна порекомендувати розпочати формування портфеля з початку жовтня 2011 р. Для цього за допомогою Microsoft Excel було виконано обчислення дохідності 6 паперів із часовим горизонтом 1 рік, а саме за період із 01.10.2010 року до 03.10.2011 року, а також було розраховано дисперсію, середньоквадратичне відхилення та коваріацію між даними цінними паперами.

Матриця доходностей подана у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Матриця-стовпчик доходностей цінних паперів

Фінансовий інструмент	Дохідність, %
URKA	66,863
ROSN	11,523
GAZP	20,616
GMKN	31,898
LKOH	3,953
SBER	11,006

У результаті обчислень також було отримано коваріаційну матрицю, наведену в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Коваріаційна матриця фінансових інструментів

Показник	URKA	ROSN	GAZP	GMKN	LKOH	SBER
URKA	796,832	64,071	107,548	281,296	14,80	-64,14
ROSN	64,071	93,627	114,717	72,319	58,56	59,13
GAZP	107,548	114,717	188,638	120,350	74,03	89,82
GMKN	281,296	72,319	120,350	157,759	39,79	29,99
LKOH	14,808	58,564	74,036	39,792	44,13	42,44
SBER	-64,142	59,131	89,822	29,996	42,44	103,56

Для того щоб забезпечити порівнянність результатів формування портфеля на 03.10.2011 р. із портфелем, сформованим на 01.09.2011 р., візьмемо бажану дохідність на рівні 25,03 %. При $R_p = 25,03$ % оптимальний портфель має вигляд, що наведений у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Порівняльна характеристика оптимальних портфелів (за Марковіцем), сформованих у різні моменти часу

Показник	Оптимальний портфель за 01.09.10–01.09.11	Оптимальний портфель за 01.10.10–03.10.11
URKA	0,117 08	0,267 06
ROSN	0,000 00	0,000 00
GAZP	0,000 00	0,000 00
GMKN	0,000 00	0,000 00
LKOH	0,153 49	0,126 71
SBER	0,729 42	0,606 23
Ризик портфеля, %	9,65	9,08

Як впливає з даних таблиці 3.9, оптимальний портфель, сформований у жовтні, має менший ступінь ризику порівняно зі сформованим у вересні.

Здійснимо порівняння ефективності застосування підходу Марковіца, припустивши, що інвестор формує портфель станом на 03.10.2011 року. Горизонт інвестування при цьому для забезпечення порівнянності встановимо на рівні 1-го місяця.

Структуру портфеля візьмемо з таблиці 3.9. Аналіз ефективності застосування підходу Марковіца наведено у таблиці 3.9.

Таблиця 3.10 – Порівняльна характеристика ефективності формування оптимального портфеля на 03.10.2011 р. за Марковіцем

Показник	Котирування на 03.10.11	Котирування на 01.11.11	Дохідність цінного папера, %	Дохідність рівнорозподіленого портфеля	Портфель Марковіца
URKA	208,299	263,874	26,680	4,447	7,125
ROSN	185,693	212,864	14,632	2,439	0,000
GAZP	152,764	174,353	14,132	2,355	0,000
GMKN	6 861,45	5 761,99	-16,024	-2,671	0,000
LKOH	1 619,175	1 750,948	8,138	1,356	1,031
SBER	68,289	78,767	15,343	2,557	9,301
Дохідність портфеля, %	—	—	—	10,484	17,458

Аналіз ефективності поєднання методів фундаментального й технічного аналізу порівняно з використанням виключно фундаментального аналізу наведено у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Порівняльна характеристика ефективності формування оптимального портфеля за Марковіцем (із використанням технічного аналізу та без нього)

Показник	Дохідність цінного папера 01.09–01.11	Дохідність цінного папера 03.10–01.11	Дохідність портфеля 01.09–01.11	Дохідність портфеля 03.10–01.11
URKA	-7,814	26,680	-0,915	7,125
ROSN	-6,506	14,632	0,000	0,000
GAZP	-1,122	14,132	0,000	0,000
GMKN	-19,096	-16,024	0,000	0,000
LKOH	1,601	8,138	0,246	1,031
SBER	-6,351	15,343	-4,632	9,301
Дохідність портфеля, %	—	—	-5,302	17,458

Як бачимо, якщо інвестор купує цінні папери без урахування ринкової динаміки, то він наражається на ризик падіння цих цінних паперів у часі, як це сталося під час купівлі цінних паперів 01.09. Якби інвестор скористався методами технічного аналізу і купив цінні папери у фазі найнижчого падіння ринку (03.10), то він би одержав кращі результати порівняно з середньоринковими.

Для більш поглибленого розуміння ринкової динаміки припустимо, що інвестор вирішує переглянути свій портфель 01.11.2011 р., отримавши певний прибуток (збиток).

Динаміка індексу РТС за період з 01.09.2010 р. до 01.11.2011 р. наведена на рисунку 3.21.



Рисунок 3.21 – Динаміка індексів інструментів РТС із 01.09.2010 р. до 01.11.2011 р. [19]

Як і в попередніх випадках, за допомогою Microsoft Excel було виконано обчислення дохідності обраних 6 паперів за спостережуваний період 1 рік, яким відповідно є період із 01.11.2010 року до 01.11.2011 року, а також було розраховано

дисперсію, середньоквадратичне відхилення та коваріацію між обраними цінними паперами.

Матриця дохідностей подана у таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Матриця-стовпчик дохідностей цінних паперів

Фінансовий інструмент	Дохідність, %
URKA	51,762
ROSN	6,016
GAZP	13,721
GMKN	23,764
LKOH	3,578
SBER	-6,320

У результаті подальших обчислень було одержано коваріаційну матрицю, наведену у таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 – Коваріаційна матриця фінансових інструментів

Показник	URKA	ROSN	GAZP	GMKN	LKOH	SBER
URKA	352,607	5,536	-3,451	89,783	-5,352	-68,26
ROSN	5,536	100,057	116,305	56,952	63,765	73,98
GAZP	-3,451	116,305	173,967	81,705	77,512	103,00
GMKN	89,783	56,952	81,705	85,953	35,277	36,24
LKOH	-5,352	63,765	77,512	35,277	48,245	49,61
SBER	-68,268	73,988	103,006	36,242	49,618	111,00

Для одержання порівнюваних із попередніми періодами результатів встановимо дохідність портфеля, що вимагається інвестором, на рівні 25,03 %. За $R_p = 25,03$ % оптимальний портфель має вигляд, наведений у таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Порівняльна характеристика оптимальних портфелів (за Марковіцем), створених у різні моменти часу

Показник	Оптимальний портфель за даними 01.09.10–01.09.11	Оптимальний портфель за даними 01.10.10–03.10.11	Оптимальний портфель за даними 01.11.10–01.11.11
URKA	0,117 08	0,267 06	0,268 13
ROSN	0,000 00	0,000 00	0,000 00
GAZP	0,000 00	0,000 00	0,000 00
GMKN	0,000 00	0,000 00	0,422 66
LKOH	0,153 49	0,126 71	0,309 21
SBER	0,729 42	0,606 23	0,000 00
Ризик портфеля, %	9,65	9,08	8,60

Здійснено порівняльну характеристику ефективності оптимального портфеля, сформованого 01.11.2011 р., з рівнорозподіленим портфелем. Вона наведена у таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 – Порівняльна характеристика ефективності формування оптимального портфеля за Марковіцем на 01.11.2011р.

Показник	Котирування на 01.11.11	Котирування на 01.12.11	Дохідність цінного папера, %	Дохідність рівнорозподіленого портфеля	Дохідність портфеля Марковіца
URKA	263,874	245,478	-6,972	-1,162	-1,869
ROSN	212,864	224,467	5,451	0,908	0,000
GAZP	174,353	178,562	2,414	0,402	0,000
GMKN	5 761,99	5 473,50	-5,007	-0,834	-2,116
LKOH	1 750,94	1 729,54	-1,222	-0,204	-0,378
SBER	78,767	88,686	12,593	2,099	0,000
Дохідність портфеля, %	-	-	-	1,209	-4,363

Як впливає з вищенаведених даних, формування оптимального портфеля принесло дещо не очікувані результати.

Так, його дохідність навіть гірша за дохідність рівнорозподіленого портфеля. Це можна пояснити наявністю непрогнозованого бічного тренду на фондовому ринку, а також падінням саме тих акцій, які складають оптимальний портфель (URKA, GMKN, LKOH).

Таким чином, можна зробити висновок, що інвестором обрано не вдалий момент виходу з інвестування. Ринкова динаміка, що підтверджує це, зображена на рисунку 3.22.

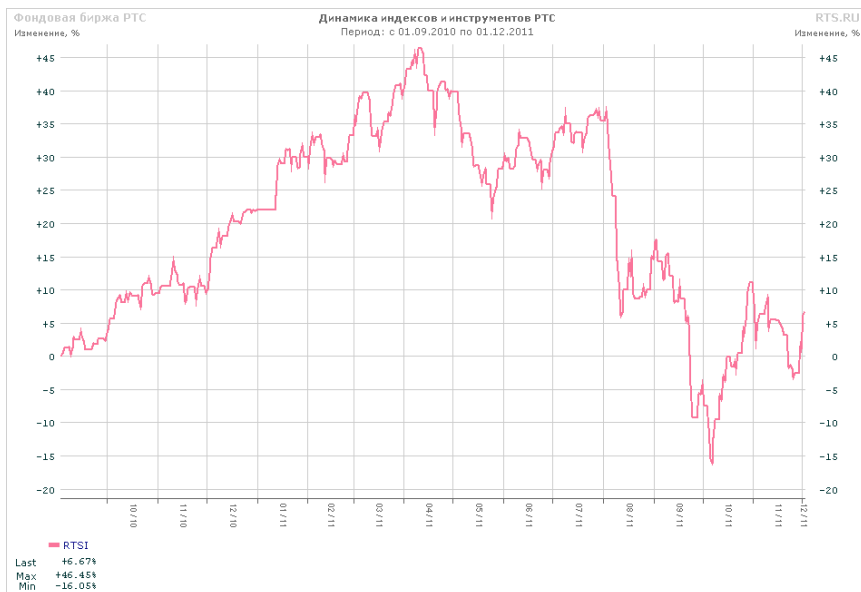


Рисунок 3.22 – Динаміка індексу РТС із 01.09.2010 р. до 01.12.2011 р.

Проте незважаючи на збиток, понесений інвестором у листопаді, він отримав загальний прибуток від портфеля, сформованого 03.10.2011 р. прибуток у розмірі:

$$17,458 - 4,363 = 13,095 \%$$

На нашу думку, щоб одержати кращі результати від інвестування, вихід з інвестицій потрібно здійснити у період, що знаходиться поряд з наступним числом Фібоначчі з рисунка 3.3, а саме 377-й (144 + 233) торговий день від початку періоду спостережень.

Також дослідимо динаміку змін результатів одержаного портфеля, сформованого інвестором 01.09.2011 р., а також одержаного портфеля, сформованого інвестором 03.10.2011 р., але припустивши, що його структура залишилася незмінною до 01.12.2011 р. Аналіз вищезазначених портфельів наведено у таблиці 3.16.

Таблиця 3.16 – Порівняльний аналіз ефективності оптимальних портфельів (за Марковіцем) станом на 01.12.2011 р.

Показник	Котирування на 01.09.11	Котирування на 03.10.11	Котирування на 01.12.11	Дохідність цінного папера (01.09-01.12), %	Дохідність цінного папера на (03.10-01.12), %	Дохідність портфеля (01.09-01.12), %	Дохідність портфеля (03.10-01.12), %
URKA	286,2	208,2	245,4	-14,241	17,849	-1,66	4,767
ROSN	227,6	185,6	224,4	-1,410	20,880	0,000	0,000
GAZP	176,3	152,7	178,5	1,264	16,887	0,000	0,000
GMKN	7122	6861	5473	-23,147	-20,228	0,000	0,000
LKOH	1723	1619	1729	0,359	6,816	0,055	0,864
SBER	84,10	68,28	88,68	5,443	29,868	3,970	18,10 7
Дохідність портфеля, %	-	-	-		-	2,358	23,73

Порівнюючи дані таблиць 3.14 і 3.15, можна зазначити, що найбільшу дохідність інвестор міг би отримати, якби обрав не лише вдалий момент формування портфеля (03.10.2011 р.), а й правильно підібрав інвестиційно-фінансову стратегію. Зважаючи на волатильність російського фондового ринку, доцільніше було б вибрати довший горизонт інвестування і пасивний підхід до управління портфелем фінансових інструментів замість активного підходу з переглядом структури портфеля через короткі проміжки часу.

Оптимізація портфеля з використанням моделі Шарпа

Здійснимо формування оптимального портфеля цінних паперів за методикою У. Шарпа. Для забезпечення порівнянності одержаних результатів з портфелем Марковіца портфель буде сформовано із тих самих 6 цінних паперів, що і на попередньому етапі дослідження, а саме цінних паперів таких компаній, як «Уралкалій» (біржове кодування - URKA), «Роснафта» (ROSN), «Газпром» (GAZP), ГМК «Норильський нікель» (GMKN), «Лукойл» (LKOH), «Сбербанк» (SBER) [6].

Для побудови оптимального портфеля за моделлю Шарпа спочатку знайдемо бета-коефіцієнт i -го цінного папера та власний ризик i -го цінного. Як ринковий індекс фондової біржі використовувався індекс РТС (RTSI) [26].

Дані про бета-коефіцієнти та власний ризик i -го цінного папера згруповано у таблиці 3.17.

Таблиця 3.17 – Бета-коефіцієнти та власний ризик цінних паперів за даними 01.09.2010–01.09.2011 р.

Показник	URKA	ROSN	GAZP	GMKN	LKOH	SBER
Бета-коефіцієнт	1,591 5	0,712 6	1,013 3	1,097 8	0,407 5	0,517
Власний ризик	383,270	22,684	20,848	42,587	19,914	57,311

Після цього розв'язання задачі знаходження оптимального портфеля зводиться до розв'язання задачі математичного програмування, для цього було застосовано підпрограму «Поиск решения» Microsoft Excel.

Як бажану інвестором дохідність взято її на рівні 25,03 % з метою забезпечення в подальшому порівняння одержаних результатів із методикою Марковіца. За $R_p = 25,03$ % оптимальний портфель має вигляд, що наведений у таблиці 3.18.

Таблиця 3.18 – Порівняння структури рівнорозподіленого та оптимального портфелів (за Шарпом)

Показник	Рівнорозподілений портфель	Оптимальний портфель за Шарпом
URKA	0,166 66	0,069 91
ROSN	0,166 66	0,000 00
GAZP	0,166 66	0,000 00
GMKN	0,166 66	0,053 17
LKOH	0,166 66	0,090 20
SBER	0,166 66	0,786 72
Ризик, %	12,17	10,04

Можна стверджувати, що використання оптимізаційної методики дає змогу зменшити ризик під час інвестування, залишивши дохідність незмінною [47].

Ефективна множина портфеля фінансових інструментів має вигляд, наведений у таблиці 3.19.

Таблиця 3.19 – Структура оптимального портфеля за Шарпом при різних рівнях дохідності, що вимагається інвестором

Дохідність, %	Ризик, %	URKA	ROSN	GAZP	GMKN	LKOH	SBER
11	6,91	0,000	0	0	0,000	0,999	0,001
13,5	6,78	0,000	0	0	0,000	0,813	0,186
15	6,89	0,000	0	0	0,000	0,701	0,298
17,5	7,37	0,000	0	0	0,000	0,515	0,484
20	8,14	0,020	0	0	0,000	0,364	0,614
22,5	9,05	0,047	0	0	0,017	0,230	0,704
25	10,03	0,069	0	0	0,052	0,091	0,785
30	12,56	0,241	0	0	0,020	0,000	0,738
35	16,51	0,464	0	0	0,000	0,000	0,535
40	21,19	0,684	0	0	0,000	0,000	0,315
45	26,20	0,904	0	0	0,000	0,000	0,095
47	28,26	0,992	0	0	0,000	0,000	0,007

Графічне зображення оптимальної множини портфеля, побудованого за методикою У. Шарпа, подане на рисунку 3.23.

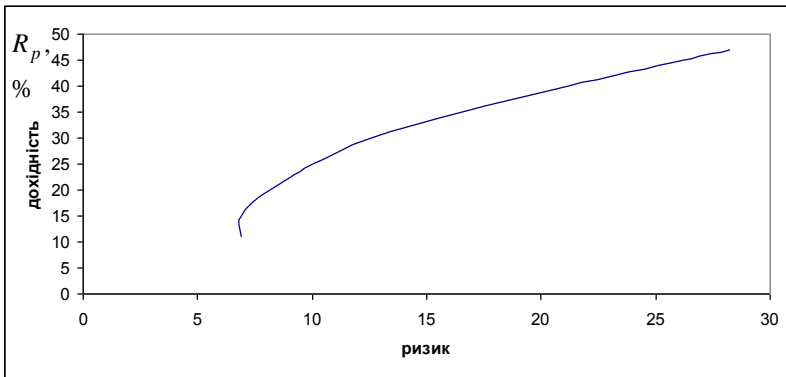


Рисунок 3.23 – Крива байдужості оптимального портфеля за Шарпом

Здійснимо аналіз ефективності застосування підходу Шарпа, припустивши, що інвестор формує портфель станом на 01.09.2011 року. Горизонт інвестування при цьому встановимо на рівні 2 місяців. При цьому структура портфеля береться з таблиці 3.18. Дані цього аналізу наведено у таблиці 3.20.

Таблиця 3.20 – Аналіз ефективності формування оптимального портфеля за Шарпом станом на 01.09.2011 р.

Показник	Котирування на 01.09.11	Котирування на 01.11.11	Дохідність цінного папера, %	Дохідність рівнорозподіленого портфеля	Портфель Шарпа
URKA	286,241	263,874	-7,814	-1,302	-0,546
ROSN	227,676	212,864	-6,506	-1,084	0,000
GAZP	176,332	174,353	-1,122	-0,187	0,000
GMKN	7 122,041	5 761,996	-19,096	-3,183	-1,015
LKOH	1 723,363	1 750,948	1,601	0,267	0,144
SBER	84,108	78,767	-6,351	-1,058	-4,996
Дохідність портфеля, %	–	–	–	-6,548	-6,414

Як впливає з даних таблиці, оптимізація портфеля дає можливість деякою мірою мінімізувати збитки порівняно з вкладенням у рівнорозподілений портфель. Вартим уваги при цьому є той факт, що за період з 1-го вересня до 1-го листопада 2011 року індекс РТС знизився на 8,17 % [26], що свідчить про вдалий вибір цінних паперів, з яких утворено портфель: вони дозволили отримати меншу збитковість порівняно з середньоринковою.

Проте, незважаючи на це, можна зробити висновок, що інвестором обрано невдалий момент часу для виходу з інвестицій, що підтверджується й даними рисунка 3.23.

Подальшим етапом дослідження стане формування оптимального портфеля станом на 03.10.2011 р. за алгоритмом, аналогічним попередньому портфелю.

Для цього за допомогою Microsoft Excel було виконано обчислення бета-коефіцієнта та власного ризику обраних 6 паперів із часовим горизонтом 1 рік, а саме за період з 01.10.2010 до 03.10.2011 року. Як ринковий індекс фондової біржі використовувався індекс РТС (RTSI) [26].

Бета-коефіцієнти та власний ризик i -го цінного папера наведені у таблиці 3.21.

Таблиця 3.21 – Бета-коефіцієнти та власний ризик цінних паперів за даними 01.10.2010 – 03.10.2011 р.

Показник	URKA	ROSN	GAZP	GMKN	LKOH	SBER
Бета-коефіцієнт	0,809 2	0,712 6	1,079 4	0,750 6	0,438 3	0,563 5
Власний ризик	702,549	20,907	21,660	77,278	16,658	58,272

Для того щоб забезпечити порівнянність результатів формування портфеля Шарпа на 03.10.2011 р. з портфелем, сформованим на 01.09.2011 р., візьмемо задану інвестором дохідність на рівні 25,03 %. За $R_p = 25,03\%$ оптимальний портфель має вигляд, наведений у таблиці 3.22.

Таблиця 3.22 – Порівняльна характеристика сформованих оптимальних портфельів за методикою Шарпа

Показник	Оптимальний портфель за (01.09.10–01.09.11)	Оптимальний портфель за (01.10.10–03.10.11)
URKA	0,069 91	0,136 28
ROSN	0,000 00	0,000 00
GAZP	0,000 00	0,000 00
GMKN	0,053 17	0,413 75
LKOH	0,090 20	0,316 55
SBER	0,786 72	0,133 42
Ризик, %	10,04	9,33

Як бачимо, новий період спостережень характеризувався меншою волатильністю динаміки курсу обраних 6 цінних паперів, унаслідок цього ризик оптимального портфеля (за міру якого використовувалося середньоквадратичне відхилення) вдалося зменшити до 9,33 %.

Здійснимо порівняння ефективності застосування моделі Шарпа, знаючи, що інвестор формує портфель станом на 03.10.2011 року. Горизонт інвестування при цьому для забезпечення порівняльності з попередніми етапами дослідження встановимо на рівні 1-го місяця. Структуру портфеля візьмемо з таблиці 3.21. Аналіз ефективності застосування підходу Шарпа наведемо у таблиці 3.23.

Таблиця 3.23 – Порівняльна характеристика ефективності формування оптимального портфеля за Шарпом на 03.10.2011 р.

Показник	Котирування на 03.10.11	Котирування на 01.11.11	Дохідність цінного папера, %	Дохідність рівнорозподіленого портфель	Портфель Шарпа
URKA	208,299	263,874	26,680	4,447	3,636
ROSN	185,693	212,864	14,632	2,439	0,000
GAZP	152,764	174,353	14,132	2,355	0,000
GMKN	6 861,45	5 761,99	-16,024	-2,671	-6,630
LKOH	1 619,17	1750,948	8,138	1,356	2,576
SBER	68,289	78,767	15,343	2,557	2,047
Дохідність портфеля, %	–	–	–	10,484	1,629

Можна стверджувати, що застосування оптимізаційної методики Шарпа призвело до одержання гірших результатів, порівняно з рівнорозподіленим портфелем. Це сталося внаслідок того, що у оптимальному портфелі найбільш вагому частку займали акції ГМК «Норильський нікель» (GMKN), а саме 41,38 %, які продемонстрували найгірші результати порівняно з іншими цінними паперами (падіння на 16 % за 1 місяць).

Спробуємо спрогнозувати поведінку цього папера за допомогою побудови модифікованої версії часового періоду Фібоначчі, починаючи з 01.09.2010 року (1-й день часового періоду). Необхідні дані були одержані за допомогою розрахунків у Microsoft Excel та згруповано у таблицю 3.24.

Таблиця 3.24 – Дані щодо дохідності цінного папера GMKN в аналізованому періоді

Число Фібоначчі	Дохідність цінного папера GMKN, %
1	0
2	1,412 61
3	0,952 10
5	-1,214 51
8	-0,021 98
13	-4,577 37
21	-2,574 28
34	5,283 58
55	9,029 84
89	42,415 89
144	48,091 74
233	25,586 5

Графічна інтерпретація одержаних даних наведена на рисунку 3.24.

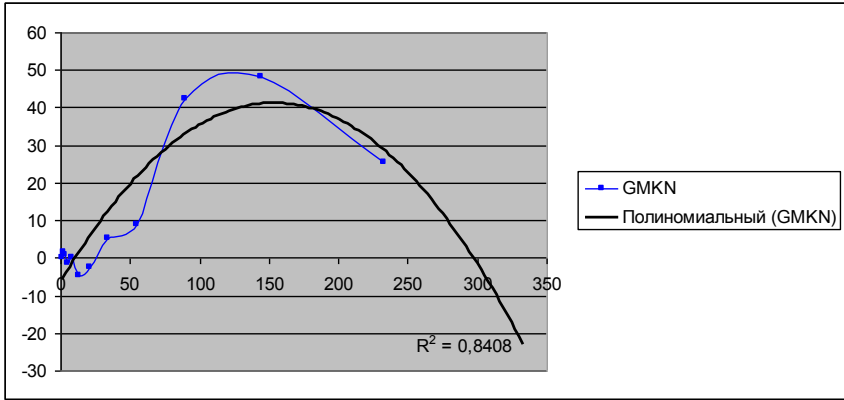


Рисунок 3.24 – Динаміка дохідності цінного папера GMKN, побудована за допомогою ряду Фібоначчі

Як бачимо з даних рисунка, динаміка дохідності цього цінного папера характеризується спадною траєкторією. З високим рівнем надійності (про що говорить коефіцієнт детермінації 0,840 побудованої прогнозної лінії тренду) можна стверджувати про поглиблення негативних тенденцій у майбутньому. Проте у довгостроковій перспективі звичайно динаміка цього папера може стати позитивною.

Аналіз ефективності портфеля Шарпа, побудованого 01.09.2011 р., порівняно з побудованим 03.10.2011 р. наведено у таблиці 3.25.

Подальшим кроком у нашому дослідженні буде зміна структури портфеля, сформованого 03.10.2011 р., шляхом формування оптимального портфеля станом на 01.11.2011 р. за аналогічним алгоритмом.

За допомогою програмних засобів Microsoft Excel виконуються обчислення бета-коефіцієнта та власного ризику обраних 6 паперів із часовим горизонтом 1 рік, а саме за період із 01.11.2010 року до 01.11.2011 року. Як ринковий індекс фондової біржі використовувався індекс РТС (RTSI) [28].

Таблиця 3.25 – Порівняльний аналіз ефективності формування оптимального портфеля за Шарпом у різні моменти часу

Показник	Дохідність цінного папера (01.09-01.11), %	Дохідність цінного папера на 03.10-01.11), %	Дохідність портфеля 01.09-01.11	Дохідність портфеля 03.10-01.11
URKA	-7,814	26,680	-0,546	3,636
ROSN	-6,506	14,632	0,000	0,000
GAZP	-1,122	14,132	0,000	0,000
GMKN	-19,096	-16,024	-1,015	-6,630
LKOH	1,601	8,138	0,144	2,576
SBER	-6,351	15,343	-4,996	2,047
Дохідність портфеля, %	–	–	-6,414	1,629

Бета-коефіцієнти та власний ризик і-го цінного папера наведені у таблиці 3.26.

Таблиця 3.26 – Бета-коефіцієнти та власний ризик цінних паперів за даними з 01.11.2010 року до 01.11.2011 року

Показник	URKA	ROSN	GAZP	GMKN	LKOH	SBER
Бета-коефіцієнт	0,112 5	0,698 8	0,962 7	0,513 9	0,434 7	0,643 6
Власний ризик	350,515	19,736	21,451	42,640	17,203	42,986

Для одержання порівнюваних із попередніми періодами результатів встановимо дохідність портфеля, що вимагається інвестором, на рівні 25,03 %. За $R_p = 25,03$ % оптимальний портфель має вигляд, наведений у таблиці 3.26.

Таблиця 3.27 – Порівняння структури оптимальних портфельів (за Шарпом), створених у різні моменти часу

Показник	Оптимальний портфель за даними 01.09.10–01.09.11	Оптимальний портфель за даними 01.10.10–03.10.11	Оптимальний портфель за даними 01.11.10–01.11.11
URKA	0,069 91	0,136 28	0,229 20
ROSN	0,000 00	0,000 00	0,000 00
GAZP	0,000 00	0,000 00	0,000 00
GMKN	0,053 17	0,413 75	0,515 58
LKOH	0,090 20	0,316 55	0,255 22
SBER	0,786 72	0,133 42	0,000 00
Ризик, %	10,04	9,33	7,59

Здійсимо порівняльний аналіз ефективності оптимального портфеля, сформованого 01.11.2011 р., із рівнорозподіленим портфелем. Його наведено у таблиці 3.28.

Таблиця 3.28 – Порівняльна характеристика ефективності формування оптимального портфеля за Шарпом станом на 01.11.2011 р.

Показник	Котирування на 01.11.11	Котирування на 01.12.11	Дохідність цінного папера, %	Дохідність рівнорозподіленого портфеля, %	Дохідність портфеля Шарпа, %
URKA	263,874	245,478	-6,972	-1,162	-1,598
ROSN	212,864	224,467	5,451	0,908	0,000
GAZP	174,353	178,562	2,414	0,402	0,000
GMKN	5 761,99	5 473,50	-5,007	-0,834	-2,581
LKOH	1 750,94	1 729,54	-1,222	-0,204	-0,312
SBER	78,767	88,686	12,593	2,099	0,000
Дохідність портфеля, %	–	–	–	1,209	-4,491

Як бачимо, застосування оптимізаційної методики Шарпа в цьому разі також призвело до одержання гірших результатів порівняно з рівнорозподіленим портфелем. Це можна пояснити тим, що саме ті акції, які складають оптимальний портфель (URKA, GMKN, LKOH), продемонстрували зниження у ціні.

Також доцільно дослідити динаміку змін результатів оптимального портфеля, сформованого інвестором 01.09.2011 р., а також оптимального портфеля, сформованого інвестором 03.10.2011 р., але припустивши, що його структура залишилася незмінною до 01.12.2011 р. Аналіз ефективності цих портфелів наведено у таблиці 3.29.

Таблиця 3.29 – Порівняльний аналіз ефективності оптимальних портфелів (за Шарпом) на 01.12.2011 р.

Показник	Котирування на 01.09.11	Котирування на 03.10.11	Котирування на 01.12.11	Дохідність цінного папера (01.09-01.12), %	Дохідність цінного папера на (03.10-01.12), %	Дохідність портфеля (01.09-01.12), %	Дохідність портфеля (03.10-01.12), %
URKA	286,2	208,2	245,4	-14,241	17,849	-0,996	2,432
ROSN	227,6	185,6	224,4	-1,410	20,880	0,000	0,000
GAZP	176,3	152,7	178,5	1,264	16,887	0,000	0,000
GMKN	7122	6861	5473	-23,147	-20,228	-1,231	-8,369
LKOH	1723	1619	1729	0,359	6,816	0,032	2,158
SBER	84,10	68,28	88,68	5,443	29,868	4,282	3,985
Дохідність портфеля, %	-	-	-	-	-	2,088	0,206

Як можна зрозуміти, пасивна інвестиційно-фінансова стратегія, що полягає у незмінюваності структури портфеля впродовж досить тривалого проміжку часу, і варіанти імплементації якої наведені у таблиці 3.28, дає кращі результати, ніж активна, коли структура портфеля змінювалася кожного місяця.

Невисокі результати дохідності, одержаної у результаті побудови портфеля за методикою Шарпа, можна пояснити незадовільними результатами цінних паперів URKA та GMKN. Це корелює з даними про бета-коефіцієнти даних цінних паперів та їх власний ризик, розраховані за різними періодами спостережень, і наведеними у таблиці 3.30.

Таблиця 3.30 – Інвестиційні характеристики цінних паперів

Показник	URKA	ROSN	GAZP	GMKN	LKOH	SBER
Бета-коефіцієнт за даними 01.09.10 – 01.09.11 р.	1,591	0,712	1,013	1,097	0,407	0,517
Бета-коефіцієнт за даними 01.10.10 – 03.10.11 р.	0,809	0,7126	1,079	0,750	0,438	0,563
Бета-коефіцієнт за даними 01.11.10 – 01.11.11 р.	0,112	0,698	0,962	0,513	0,434	0,643
Власний ризик за даними 01.09.10 – 01.09.11 р.	383,270	22,684	20,848	42,587	19,914	57,311
Власний ризик за даними 01.10.10 – 03.10.11 р.	702,549	20,907	21,660	77,278	16,658	58,272
Власний ризик за даними 01.11.10 – 01.11.11 р.	350,515	19,736	21,451	42,640	17,203	42,986

Дані таблиці унаочнюють той факт, що акції компанії «Уралкалій» (URKA) є найбільш ризиковою формою вкладень, про що свідчить їх найбільший рівень власного ризику. Окрім того, акції URKA все гірше корелюють у часі із загальноринковими тенденціями, що робить їх малопридатними для застосування в оптимізаційній моделі Шарпа. Подібні тенденції притаманні і

цінним паперам ГМК «Норильський нікель» (GMKN), а також акціям «Лукойл» (LKOH).

Порівняння ефективності оптимальних портфелів різних видів та напрямів її підвищення

Здійснено порівняння основних характеристик оптимальних портфелів цінних паперів, побудованих за методикою Г. Марковіца та У. Шарпа. Необхідно зауважити, що для забезпечення порівнянності одержаних результатів обидва портфелі буде сформовано із 6 цінних паперів, а саме акцій таких компаній, як «Уралкалій» (URKA), «Роснафта» (ROSN), «Газпром» (GAZP), ГМК «Норильський нікель» (GMKN), «Лукойл» (LKOH), «Сбербанк» (SBER); у дужках подані біржові кодування вищезазначених компаній [6].

Спочатку було сформовано оптимальні портфелі за моделями Марковіца та Шарпа станом на 01.09.2011 р. Дослідження необхідних для цього інвестиційних характеристик цінних паперів (таких як щоденна та середньорічна доходність, дисперсія, середньоквадратичне відхилення, коваріація тощо) проводилося з часовим горизонтом 1 рік, тобто з 01.09.2010 р. до 01.09.2011 р. Аналітичні дані щодо структури оптимальних портфелів, що побудовані з урахуванням необхідної інвестору доходності на рівні 25,03 %, згруповані у таблиці 3.31.

Таблиця 3.31 – Порівняння структури оптимальних портфелів (за Марковіцем і Шарпом) станом на 01.09.2011 р.

Показник	Оптимальний портфель за Марковіцем за даними 01.09.10-01.09.11	Оптимальний портфель за Шарпом за даними 01.09.10-01.09.11
URKA	0,117 08	0,069 91
ROSN	0,000 00	0,000 00
GAZP	0,000 00	0,000 00
GMKN	0,000 00	0,053 17
LKOH	0,153 49	0,090 20
SBER	0,729 42	0,786 72
Ризик портфеля, %	9,65	10,04

Із даних таблиці випливає, що побудова оптимального портфеля за моделями Марковіца й Шарпа дає подібні результати. Обидві моделі свідчать про необхідність виведення з портфеля акцій підприємств «Роснафта» (ROSN), «Газпром» (GAZP), а модель Марковіца – ще й ГМК «Норильський нікель» (GMKN). Проте портфель Шарпа характеризується дещо більшим ризиком (10,04 % проти 9,65 %). В обох портфелях найбільш вагому частку в структурі портфеля займають акції «Сбербанку» (SBER) – більше 70 %. Спробуємо за допомогою прийомів технічного аналізу (модифікованої версії побудови періодів Фібоначчі, екстраполяції тенденцій) спрогнозувати поведінку цих цінних паперів у майбутньому. Графічна інтерпретація такого аналізу подана на рисунку 3.25.

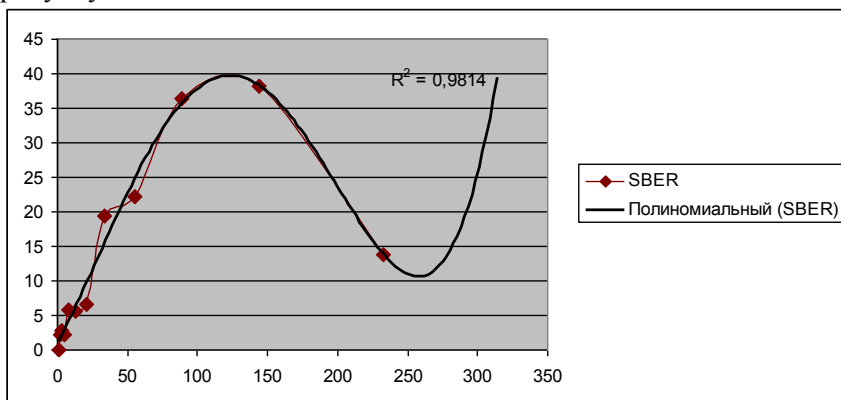


Рисунок 3.25 – Динаміка дохідності цінного папера SBER, побудована за допомогою ряду Фібоначчі

Таким чином, у короткостроковому періоді впродовж наступних 50–60 днів (із надійністю прогнозу 98,14 %) буде відбуватися подальше падіння цих акцій, проте у середньостроковій перспективі може відбутися їх зростання до попередніх рівнів дохідності.

Порівняльна характеристика структури побудованих портфелів за інших рівнів дохідності подана у таблиці 3.32.

Таблиця 3.32 – Порівняльна характеристика структури оптимальних портфелів за Марковіцем та Шарпом станом на 01.09.2011 р.

Дохідність, %	Ризик за Марковіцем	Ризик за Шарпом	Структура портфеля за Марковіцем			Структура портфеля за Шарпом			
			URKA	LKOH	SBER	URKA	GMKN	LKOH	SBER
11	6,9	6,91	0,000	0,999	0,000	0,000	0,000	0,999	0,000
13,5	6,92	6,78	0,000	0,813	0,186	0,000	0,000	0,813	0,186
15	7,07	6,89	0,013	0,724	0,261	0,000	0,000	0,701	0,298
17,5	7,48	7,37	0,039	0,582	0,378	0,000	0,000	0,515	0,484
20	8,07	8,14	0,065	0,440	0,494	0,020	0,000	0,364	0,614
22,5	8,8	9,05	0,091	0,297	0,611	0,047	0,017	0,230	0,704
25	9,64	10,03	0,116	0,155	0,728	0,069	0,052	0,091	0,785
30	11,8	12,56	0,244	0,000	0,755	0,241	0,020	0,000	0,738
35	15,74	16,51	0,464	0,000	0,535	0,464	0,000	0,000	0,535
40	20,67	21,19	0,684	0,000	0,535	0,684	0,000	0,000	0,315
45	26,03	26,20	0,904	0,000	0,095	0,904	0,000	0,000	0,095
47	28,24	28,26	0,992	0,000	0,007	0,992	0,000	0,000	0,007

Можна стверджувати, що найбільш надійними (проте і найменш прибутковими) є цінні папери компанії «Лукойл» (LKOH). Через зростання дохідності, що вимагається інвестором, зростає ризик портфеля. Все більшу частку займають високоприбуткові, проте з високим несистематичним ризиком (як це доведено у таблиці 3.29) цінні папери компанії «Уралкалій» (URKA).

Здійснимо порівняння ефективності застосування підходу Марковіца й Шарпа, припустивши, що інвестор формує портфель станом на 01.09.2011 року, а момент виходу з інвестицій (або перегляду портфеля) планується через 2 місяці, тобто 01.11.2011 р. При цьому структура портфеля береться з таблиці 3.30. Аналіз ефективності портфелів наведено у таблиці 3.33.

Таблиця 3.33 – Порівняння ефективності формування оптимального портфеля за Марковіцем та Шарпом станом на 01.09.2011 р. (горизонт – 2 місяці)

Показник	Котирування на 01.09.11	Котирування на 01.11.11	Дохідність цінного папера, %	Дохідність портфеля Марковіца, %	Дохідність портфеля Шарпа, %
URKA	286,241	263,874	-7,814	-0,915	-0,546
ROSN	227,676	212,864	-6,506	0,000	0,000
GAZP	176,332	174,353	-1,122	0,000	0,000
GMKN	7 122,04	5 761,99	-19,096	0,000	-1,015
LKOH	1 723,36	1 750,94	1,601	0,246	0,144
SBER	84,108	78,767	-6,351	-4,632	-4,996
Дохідність портфеля, %	–	–	–	-5,302	-6,414

За період з 1 вересня до 1 листопада внаслідок несприятливої ринкової кон'юнктури індекс РТС знизився на 8,17 % [26]. Отже, як бачимо, оптимізація портфеля дає можливість мінімізувати збитки порівняно з вкладенням у середньоринковий портфель. При цьому кращі результати дає модель Марковіца, ніж модель Шарпа. Проте володіючи даними аналізу Фібоначчі, можна запропонувати інвестору дочекатися більш сприятливої ринкової кон'юнктури для виходу з інвестицій.

Результати аналізу у подальшому підтверджують вищезазначені тренди. Так, результати інвестування при запланованому виході з інвестицій через 3 місяці, тобто 01.12.2011 р. наведені у таблиці 3.34.

Таким чином, унаслідок подібності питомих часток цінних паперів у портфелях результати інвестування за Шарпом і Марковіцем також мають незначне відхилення (менше 0,3 %). Унаслідок похвалення ринкової кон'юнктури дохідність портфелів набула позитивних значень, проте залишається досить низькою (дещо вище ніж 2 %).

Таблиця 3.34 – Порівняльна характеристика ефективності формування оптимального портфеля за Марковіцем та Шарпом станом на 01.09.2011 р. (горизонт – 3 місяці)

Показник	Котирування на 01.09.11	Котирування на 01.12.11	Дохідність цінного папера, %	Дохідність портфеля Марковіца, %	Дохідність портфеля Шарпа, %
URKA	286,241	245,477	-14,241	-1,667	-0,996
ROSN	227,676	224,466	-1,410	0,000	0,000
GAZP	176,332	178,561	1,264	0,000	0,000
GMKN	7 122,04	5473,504	-23,147	0,000	-1,231
LKOH	1 723,36	1729,543	0,359	0,055	0,032
SBER	84,108	88,685	5,443	3,970	4,282
Дохідність портфеля, %	–	–	–	2,358	2,088

Подальшим етапом нашого дослідження було формування оптимального портфеля з тих самих 6 цінних паперів станом на 03.10.2011 р. за алгоритмом, аналогічним попередньому портфелю. Дані щодо структури оптимальних портфелів, які побудовані з урахуванням необхідної інвестору доходності на рівні 25,03 %, згруповані у таблиці 3.35.

Таблиця 3.35 – Порівняння структури оптимальних портфелів (за Марковіцем і Шарпом) станом на 03.10.2011 р.

Показник	Оптимальний портфель за Марковіцем за даними 01.10.10–03.10.11	Оптимальний портфель за Шарпом за даними 01.10.10–03.10.11
URKA	0,267 06	0,136 28
ROSN	0,000 00	0,000 00
GAZP	0,000 00	0,000 00
GMKN	0,000 00	0,413 75
LKOH	0,126 71	0,316 55
SBER	0,606 23	0,133 42
Ризик портфеля, %	9,08	9,33

Як бачимо, у цьому разі структура портфельів Марковіца й Шарпа значно різняться, проте незмінними залишаються види фінансових інструментів, що входять до їх складу. Як і у попередньому разі, обидві моделі свідчать про необхідність виведення з портфеля акцій підприємств «Роснафта» (ROSN), «Газпром» (GAZP), а модель Марковіца – ще й ГМК «Норільський нікель» (GMKN). У той самий час, структура портфеля Марковіца залишається близькою до попередньої (найбільшу частку займають акції «Сбербанку» – більше 60 %). У структурі портфеля Шарпа відбулися значні зміни. Найбільшу частку в ньому стали займати акції ГМК «Норільський нікель» (GMKN) – більше 40 %. У попередньому підрозділі вже наводилися міркування про несприятливу динаміку дохідності цінного папера GMKN, побудовану за допомогою ряду Фібоначчі. З високим рівнем надійності можна стверджувати про поглиблення негативних тенденцій у майбутньому.

Правильність наших припущень можна перевірити шляхом порівняння ефективності застосування підходу Марковіца й Шарпа, припустивши, що інвестор формує портфель станом на 03.10.2011 року. Горизонт інвестування становив 1 місяць. При цьому структура портфельів береться з таблиці 3.34.

Таблиця 3.36 – Порівняльна характеристика ефективності формування оптимального портфеля за Марковіцем та Шарпом станом на 03.10.2011 р. (горизонт – 1 місяць)

Показник	Котирування на 03.10.11	Котирування на 01.11.11	Дохідність цінного папера, %	Дохідність портфеля Марковіца, %	Дохідність портфеля Шарпа, %
URKA	208,299	263,874	26,680	7,125	3,636
ROSN	185,693	212,864	14,632	0,000	0,000
GAZP	152,764	174,353	14,132	0,000	0,000
GMKN	6 861,45	5 761,99	-16,024	0,000	-6,630
LKOH	1 619,17	1 750,94	8,138	1,031	2,576
SBER	68,289	78,767	15,343	9,301	2,047
Дохідність портфеля, %	–	–	–	17,458	1,629

Таким чином, кращі результати одержано внаслідок застосування моделі Марковіца (дохідність 17,5 % проти 1,6 % у моделі Шарпа). Це відбулося завдяки урахуванням інвестора, який діяв за моделлю Марковіца, сприятливого моменту для купівлі цінних паперів «Сбербанку» (їх курс досяг мінімуму приблизно на початку жовтня), що був виявлений за допомогою модифікації графічного аналізу за допомогою чисел Фібоначчі (рисунок 3.9). У той самий час унаслідок неврахування інвестором, що формував портфель за методикою Шарпа, несприятливих трендів щодо акцій ГМК «Норільський нікель», він недоотримав майже 16 % прибутку (порівняно з підходом Марковіца).

Результати аналізу у подальшому лише підтверджують вищезазначені тренди. Так, результати інвестування при запланованому виході з інвестицій через 2 місяці, тобто 01.12.2011 р. наведені у таблиці 3.37.

Таблиця 3.37 – Порівняння ефективності формування оптимальних портфельів за Марковіцем та Шарпом станом на 03.10.2011 р. (горизонт інвестування – 2 місяці)

Показник	Котирування на 03.10.11	Котирування на 01.12.11	Дохідність цінного папера, %	Дохідність портфеля Марковіца, %	Дохідність портфеля Шарпа, %
URKA	208,299	245,477	17,849	4,767	2,432
ROSN	185,693	224,466	20,880	0,000	0,000
GAZP	152,764	178,561	16,887	0,000	0,000
GMKN	6 861,45	5 473,50	-20,228	0,000	-8,369
LKOH	1 619,17	1 729,54	6,816	0,864	2,158
SBER	68,289	88,685	29,868	18,107	3,985
Дохідність портфеля, %	–	–	–	23,737	0,206

Як бачимо, портфель Шарпа через 2 місяці після формування показав ще гірші результати, ніж через місяць – майже нульову прибутковість. Розрив між портфелями також значно розширився і почав становити 23 %. Такі негативні результати портфеля

Шарпа склалися через включення до його складу цінного папера ГМК «Норильський нікель» із несприятливою коротко- і середньостроковою динамікою.

Подальшим етапом нашого дослідження було формування оптимальних портфельів за обраними методиками з 6 цінних паперів станом на 01.11.2011 р. за аналогічним алгоритмом. Дані щодо структури оптимальних портфельів, які побудовані з урахуванням необхідної інвестору дохідності, згруповані у таблиці 3.38.

Таблиця 3.38 – Порівняння структури оптимальних портфельів (за Марковіцем і Шарпом) станом на 01.11.2011 р.

Показник	Оптимальний портфель Марковіца за даними 01.11.10 – 01.11.11	Оптимальний портфель Шарпа за даними 01.11.10 – 01.11.11
URKA	0,268 13	0,229 20
ROSN	0,000 00	0,000 00
GAZP	0,000 00	0,000 00
GMKN	0,422 66	0,515 58
LKOH	0,309 21	0,255 22
SBER	0,000 00	0,000 00
Ризик портфеля, %	8,60	7,59

Можна стверджувати, що структури оптимальних портфельів, сформованих 01.11.2011 р., знову стають досить подібними. Вони включають лише 3 цінних папери з можливих 6: «Уралкалій», ГМК «Норильський нікель», «Лукойл», а також пропонують вивести зі складу акції «Роснафти», «Газпрому» та «Сбербанку». З погляду ризиковості вкладень менший розмах відхилення дохідності має портфель Шарпа (7,6 % проти 8,6 % у Марковіца).

Дані про поточну та прогнозу динаміку обраних до складу портфельів цінних паперів, одержані за допомогою рядів Фібоначчі, наведені на рисунку 3.26.

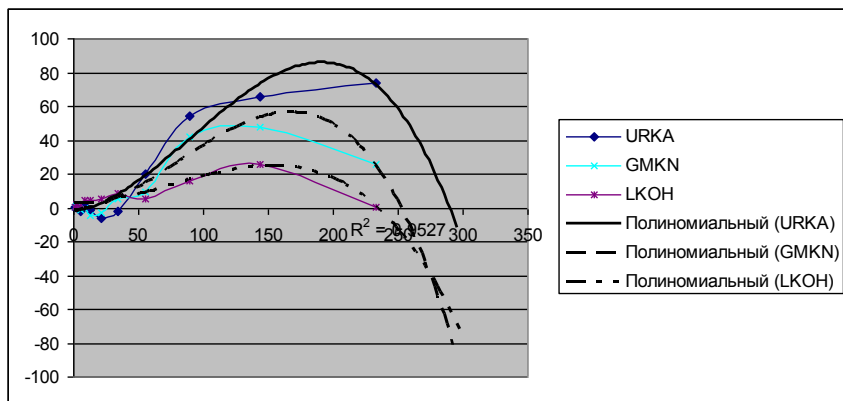


Рисунок 3.26 – Динаміка дохідності цінних паперів URKA, GMKN, LKOH, побудована за допомогою ряду Фібоначчі

Із даних рисунка випливає те, що подані цінні папери з високим рівнем імовірності матимуть несприятливий короткостроковий тренд. Для підтвердження наших припущень здійснимо порівняння ефективності застосування підходу Марковіца й Шарпа, якщо інвестор формує портфель станом на 01.11.2011 року. При цьому структура портфеля береться з таблиці 3.37. Горизонт інвестування – 1 місяць. Розрахунок дохідності наведено у таблиці 3.39.

Таблиця 3.39 – Порівняльна характеристика ефективності формування оптимального портфеля за Марковіцем та Шарпом

Показник	Котирування на 01.11.11	Котирування на 01.12.11	Дохідність цінного папера, %	Портфель Марковіца	Портфель Шарпа
URKA	263,874	245,478	-6,972	-1,869	-1,598
ROSN	212,864	224,467	5,451	0,000	0,000
GAZP	174,353	178,562	2,414	0,000	0,000
GMKN	5 761,99	5 473,50	-5,007	-2,116	-2,581
LKOH	1 750,94	1 729,54	-1,222	-0,378	-0,312
SBER	78,767	88,686	12,593	0,000	0,000
Дохідність портфеля, %	–	–	–	-4,363	-4,491

Як бачимо, сформовані портфелі не дали інвестору прибутку. Менші збитки дало формування портфеля за моделлю Марковіца. Це можна пояснити невдало вибраним моментом формування портфелів, а також індивідуальними характеристиками цінних паперів, що увійшли до їх складу.

Узагальнюючи дані розрахунків, можна стверджувати, що:

– з позиції максимізації доходності кращі результати у всіх випадках дала модель Марковіца;

– з позиції мінімізації ризику однозначних результатів щодо переваги однієї моделі над іншою не одержано. Проте варто зауважити, що різниця відхилень за ризиком є неістотною і не перевищує 1 %;

– в обох портфелях жодного разу не використовувалися акції «Роснафти» і «Газпрому». Це можна пояснити негативними тенденціями на ринку нафтопродуктів, що вплинуло на котирування нафто- і газодобувних компаній;

– з погляду надійності та дохідності найкращі результати показали акції «Сбербанку», що пояснюється стійкою ситуацією на російському банківському ринку, державною підтримкою цієї сфери, стабільним (хоча й незначним) зростанням сектору кредитування;

– використання можливостей фундаментального аналізу необхідно здійснювати лише в комплексі з технічним аналізом. Вибір вдалого моменту формування інвестиційного портфеля і виходу з інвестування (або перегляду структури портфеля) є вкрай важливим для забезпечення достатнього рівня доходності і, як було доведено у дослідженні, може спиратися на застосування методів і прийомів технічного аналізу.

3.4 Застосування портфельної теорії у страхуванні

Методологічні основи застосування портфельної теорії в моделюванні ризикової складової нетто-ставки страхового тарифу

Під час формування тарифної політики основною метою страховика є вирішення подвійного завдання: за мінімального розміру тарифів, що є досяжними для широкого кола страхувальників, забезпечувати достатній обсяг страхової відповідальності. Саме тому в процесі організації діяльності страхової компанії постає питання чіткого та раціонального визначення величини страхового тарифу, який буде забезпечувати доступність страхових послуг для споживачів і підтримувати дохідність компанії. Від цього залежатимуть не лише забезпечення достатнього обсягу страхових премій для формування резервів страхової компанії, а й ефективність взаємовідносин між страховою компанією і страхувальником. Основною складовою при розгляді страхового тарифу є ризикова надбавка, оскільки вона становить собою засіб захисту страховика від несприятливих коливань збитковості та гарантію здійснення виплат страхувальникам.

Оскільки страховий портфель страховика – це систематизована сукупність страхових ризиків, які прийняті страховиком на страхування залежно від цілей страхової компанії, то при знаходженні в портфелі договорів різних видів страхування (ризикового страхування) можна зменшити ризикову складову нетто-ставки для цієї страхової компанії. Математичне обґрунтоване зменшення цієї частини тарифу дозволить страховій компанії зменшити брутто-ставки за всіма видами договорів страхування. Це, у свою чергу, може збільшити кількість договорів страхування та позитивно вплинути на фінансові результати компанії [48, 49].

Нехай маємо страхову компанію, яка має у своєму портфелі n різних видів страхування. Нетто-ставка i -го виду страхування може бути знайдена за формулою

$$T_n^i = T_o^i + T_p^i, \quad (3.18)$$

де T_o^i – основна складова нетто-тарифу;

T_p^i – ризикова складова нетто-тарифу.

Основна складова нетто-ставки може бути розрахована за допомогою відомих методів та методик [303]. Ризикову складову можна подати у вигляді

$$T_p^i = T_o^i t(p, n_1) \sigma_n, \quad (3.19)$$

де $t(p, n_1)$ – t - статистика;

σ_i – ризик портфеля за Марковіцем.

Ризик портфеля визначимо за формулою

$$\sigma_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \text{cov}(E_i, E_j), \quad (3.20)$$

де x_i – частка i -го виду страхування в побудованому портфелі; $\text{cov}(E_i, E_j)$ – коваріація відповідних збитковостей (дохідностей) за видами страхування.

За аналогією з портфельною теорією Марковіца для страхової компанії можна побудувати різні види портфелів залежно від критерію формування (валові надходження, чисті премії, валовий прибуток, страхові виплати і т. ін.). Ризик портфеля можна знаходити за рівнем збитковості відповідного виду страхування. Таким чином, можна побудувати такі моделі портфелів страхової компанії:

- портфель мінімального ризику

$$\sigma_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \text{cov}(E_i, E_j) \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_i E_i = E^* \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \end{cases} ; \quad (3.21)$$

- портфель мінімальної збитковості (максимальної дохідності):

$$\sum_{i=1}^n x_i E_i \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \text{cov}(E_i, E_j) = \sigma_i^* \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \end{cases} . \quad (3.22)$$

Знаходячи рішення (3.21), (3.22), одержимо оптимальний розподіл між прогнозованими показниками страхової діяльності за різними видами страхування. У систему обмежень необхідно додати межові інтервали $x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max}$ для часток видів страхування в портфелі. Необхідні числові значення можна одержати на основі даних історичного періоду або за допомогою додаткових міркувань.

Як приклад розглянемо показники діяльності страхових компаній в Україні. Основними показниками діяльності можуть бути валові страхові премії та страхові виплати. Для чисельного аналізу будемо досліджувати діяльність СК «Лемма» за 12 місяців за період 2005–2011 рр. Реальні значення діяльності цієї компанії у 2012 році будемо використовувати як дослідження одержаної моделі (табл. 3.40).

Таблиця 3.40 – Обсяг валових страхових премій СК «Лемма», тис. грн

Рік	Усього	Вид страхування			
		особисте x_1	майнове, x_2	відповідальності, x_3	обов'язкове, x_4
2005	675 159,0	4 234,8	665 990,7	1 586,7	3 346,8
2006	610 137,3	13 171,4	585 393,9	4 566,5	7 005,5
2007	757 635,4	15 285,6	646 878,9	7 5013,8	20 457,1
2008	730 222,7	15 285,6	619 466,2	75 013,8	20 457,1
2009	542 375,8	11 642,9	365 860,4	131 325,0	33 547,5
2010	388 999,9	14 714,2	267 063,9	96 751,7	10 470,1
2011	596 077,6	23 354,4	408 826,6	152 398,5	11 498,1
Усього	4 300 607,7	97 688,9	3 559 480,6	536 656,0	106 782,2
Частка	1	0,022 71	0,82766	0,124 78	0,024 82

За даними табл. 3.40 знайдемо середні значення часток видів страхування, а саме: особисте страхування, майнове страхування, страхування відповідальності, обов'язкове страхування.

Таблиця 3.41 – Обсяг страхових виплат СК «Лемма», тис. грн

Рік	Усього	Вид страхування			
		x_1	x_2	x_3	x_4
2005	80 849,0	47,8	80 419,5	0	381,7
2006	137 696,1	3 062,1	134 419,2	0	214,8
2007	196 904,9	5 742,7	190 783,6	0	378,6
2008	235 388,2	5 556,5	229 421,5	0,3	409,9
2009	562 634,4	6 611,9	555 423,5	10,7	588,3
2010	136 066,4	5 386,8	129 535,3	498,1	646,2
2011	23 362,1	1 753,7	20 745,9	365,7	496,8
Усього	1 372 901,1	$\frac{28}{161,5}$	1 340 748,5	874,8	3 116,3

У таблиці 3.42 наведено величину збитковості компанії за періодами дослідження, а також математичні характеристики цієї діяльності. Рівень збитковості E_i компанії будемо знаходити за формулою

$$E_{ij} = \frac{B_{ij}}{V_{ij}} p_{ij}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}, \quad (3.23)$$

- де n – кількість видів страхування у портфелі;
 m – кількість значень історичного періоду;
 B_{ij} – валові страхові премії;
 V_{ij} – страхові виплати;
 p_{ij} – ймовірність настання страхової події.

Для розрахунків припустимо, що $p_{ij} = 0,1$.

Таблиця 3.42 – Рівень збитковості E_{ij} СК «Лемма»

i	Рік	Вид страхування			
		особисте, $j = 1$	майнове, $j = 2$	відповідаль- ності, $j = 3$	обов'язкове, $j = 4$
1	2005	0,001 128	0,012 075	0	0,011 404
2	2006	0,023 248	0,022 96	0	0,003 066
3	2007	0,037 569	0,029 492	0	0,001 850
4	2008	0,036 351	0,037 035	3,99E-07	0,002 003
5	2009	0,056 789	0,151 812	8,14E-06	0,001 753
6	2010	0,036 609	0,048 503	0,000 514	0,006 171
7	2011	0,007 509	0,005 074	0,000 239	0,004 320
Середнє значення		0,028 457	0,043 850	0,000 109	0,004 367
Дисперсія		0,000 371	0,002 47	3,990 86E-08	1,22E-05

У таблиці 3.43 знайдемо величину коваріації рівня збитковості.

Таблиця 3.43 – Коваріаційна матриця рівня збитковості СК «Лемма»

Вид страхування	Вид страхування			
	особисте	майнове	відповідальності	обов'язкове
Особисте	0,000 37	0,000 78	-9,93E-08	-4,75E-05
Майнове	-0,040 99	0,002 4	-1,00E-06	-6,93E-05
Відповідальності	0,000 34	-0,000 31	3,99E-08	1,49E-07
Обов'язкове	-0,006 09	0,011 13	-2,06E-05	1,22E-05

Враховуючи дані таблиць, знайдемо величину ризику портфеля за формулою (4.7), а саме $\sigma_n = 0,001139$. При цьому загальний рівень збитковості компанії дорівнює. $E = \sum_{i=1}^n x_i E_i = 0,03706$. Основну складову нетто-ставки страхового тарифу можна взяти на рівні середнього значення (таблиця 3.42). Ризикову складову знайдемо за допомогою формули (3.19). При цьому рівень значущості $p = 0,1$, ступінь вільності $n_1 = 5$, $t(0,1; 5) = 2,015$

$$T_n^i = T_o^i + T_p^i = T_o^i (1 + t(p, n_1) \sigma_n) = 1,002295 T_o^i. \quad (3.24)$$

Розглянемо знаходження страхового тарифу для майнового страхування: $T_o = 0,04385$ – основна складова нетто-ставки; $T_p = 0,00229$ – ризикова складова нетто-ставки; $T_n = 0,04395$ – нетто-ставка страхового тарифу. Брутто-ставку страхового тарифу можна розрахувати за формулою:

$$T = \frac{100T_i}{100 - f}, \quad (3.25)$$

де f – частка навантаження в загальній тарифній ставці (%).

Задаючи рівень навантаження $f = 30\%$, знайдемо бруто-ставку страхового тарифу $T = 0,0627$.

Одержані значення розподілу часток видів ризиків та ставки страхових тарифів залишимо незмінними для роботи компанії в майбутньому періоді. Як майбутній період розрахунку будемо використовувати дані роботи компанії у 2012 році.

Таблиця 3.44 – Фінансові показники компанії СК «Лемма» у 2012 р., тис. грн

Показник	Усього	Вид страхування			
		особисте	майнове	відповідальності	обов'язкове
Валові страхові премії	378 303,1	2 087,1	326 235,0	36 344,3	13 636,7
	1	0,005 51	0,862 364	0,096 0719	0,036 047
Валові виплати	2 563,0	159,5	1 685,7	198,6	519,2

За такого розподілу часток між видами страхування одержимо такі середні значення рівня збитковості та ризику портфеля: $E = 0,03814$; $\sigma_n = 0,001971$.

Розглянемо декілька сценаріїв можливої роботи страхової компанії у 2012 році.

Варіант 1. Задача прямого розрахунку. Припустимо, що валові страхові премії є прогнозованими на рівні реальних показників, а валові витрати залишимо незмінними. Рівень збитковості за кожним видом страхування залишимо на рівні середнього значення на історичному періоді дослідження (таблиця 3.42). Загальний рівень збитковості компанії залишається незмінним і дорівнює $E = 0,03706$, ризик портфеля також незмінний і дорівнює $\sigma_n = 0,001139$. У таблиці 3.45 наведено розподіл валових страхових премій за видами страхування при середньому значенні часток видів страхування.

Таблиця 3.45 – Пропонований розподіл за видами страхування

Показник	Усього	Вид страхування			
		особисте	майнове	відповідальності	обов'язкове
Валові страхові премії	1	0,022 71	0,827 66	0,124 78	0,024 82
	378 303,10	8 593,20	313 109,82	47 206,96	9 393,09

Варіант 2. Оптимізаційні задачі. Розглянемо портфель мінімального ризику. Пропонується розподіл між частками за видами страхування за умови мінімально можливого ризику портфеля. Для цього знайдемо розв'язання такої задачі:

$$\sigma_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \text{cov}(E_i, E_j) \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_i E_i = E^* \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max} \end{cases} \quad (3.26)$$

Як обмеження використовуємо такі дані: $E^* = 0,037 06$.

Таблиця 3.46 – Обмеження на частки видів страхування x_i

	Вид страхування			
	особисте, x_1	майнове, x_2	відповідальності, x_3	обов'язкове, x_4
min	0,020 932	0,674 551	0,002 350	0,004 957
max	0,039 180	0,986 420	0,255 668	0,061 852

Рішення задачі (3.26) є розподіл між видами страхування, наведений у табл. 3.47.

Таблиця 3.47 – Розподіл між видами страхування за мінімального ризику $\sigma_n = 0,000\ 385$

Показник	Усього	Вид страхування			
		особисте	майнове	відповідальності	обов'язкове
Валові страхові премії	1	0,039 180	0,818 874	0,136 988	0,004 957
	378 303,10	14 821,96	309 782,86	51 823,00	1 875,26

За такого розподілу можна зменшити ризикову складову нетто-тарифу, а відповідно і сам тариф: $T_n = 1,000\ 776T_o$. Для майнового страхування маємо $T_n = 0,043\ 88$.

Варіант 3. Портфель мінімального рівня збитковості. Для отримання цього портфеля необхідно розв'язати таку задачу:

$$\sum_{i=1}^n x_i E_i \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \text{cov}(E_i, E_j) = \sigma_n^* \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max} \end{cases}, \quad (3.27)$$

де $\sigma_n^* = 0,001\ 139$, а обмеження на частки видів ризику мають вид згідно таблиці 3.46.

Рішення (3.27) наведемо в таблиці 3.48.

Таблиця 3.48 – Розподіл між видами страхування за мінімального рівня збитковості компанії $E = 0,032\ 57$

Показник	Усього	Вид страхування			
		особисте	майнове	відповідальності	обов'язкове
Валові страхові премії	1	0,020 932	0,722 738	0,194 475	0,061 85
	378 303,10	7 918,94	273 414,40	73 570,62	23 399,13

У цьому разі страховий тариф залишається як і у варіанті 1, але розподіл між частками видів страхування дозволяє зменшити рівень ризику роботи страхової компанії в цілому.

Отже, залежно від цілей страховик вибирає певний тип страхового портфеля: з мінімальним ризиком, із максимальною доходністю, з мінімальним рівнем збитковості. Але для досягнення поставленої мети недостатньо лише вибрати певний тип страхового портфеля. Страховик повинен створити модель з управління сформованим страховим портфелем. Оскільки зазначені види страхового портфеля значною мірою відрізняються один від одного, то системи управління кожним із них будуть відрізнятися.

Оптимізація інвестиційного портфеля страхових компаній як основа забезпечення їх фінансової стійкості

Більшість запропонованих методик описує процес формування оптимальної структури інвестиційного портфеля, що ґрунтуються на використанні постулатів портфельної теорії інвестування з використанням методів економіко-математичного моделювання [48, 49]. Ключові параметри цільової функції оптимізації інвестиційного портфеля (дохідність, ризик) визначаються, виходячи з історичних даних про фінансовий інструмент та передбачається, що основні тенденції, які притаманні минулим періодам, певною мірою матимуть відображення і в майбутньому.

Найбільш ефективним підходом до оптимізації структури інвестиційного портфеля є підхід, необхідний для вирішення таких ключових завдань:

- формування конкретних вимог до оптимізаційної моделі управління інвестиційним портфелем із визначенням прогнозного рівня доходності та прийнятного рівня ризику;
- визначення напрямів розміщення власних та залучених коштів страхової компанії, а також конкретних об'єктів інвестування з урахуванням законодавчих обмежень;
- визначення методів розрахунку доходності та ризикованості конкретного об'єкта інвестування;
- збирання та систематизації статистичної інформації щодо інвестиційних характеристик об'єктів укладання коштів;
- математичної формалізації процесу оптимізації структури інвестиційного портфеля страхової компанії з урахуванням

розподілу її за цільовими напрямками (максимізація дохідності та мінімізація ризиків), а також інвестиційних обмежень;

– перевірки запропонованої моделі на адекватність шляхом порівняння відповідності дотримання обмежень із реальними показниками на страховому ринку та ін.

Із метою оптимізації структури інвестиційного портфеля можуть бути обрані такі об'єкти вкладення коштів:

– банківські вклади в національній (x_1) та іноземній валюті (x_2);

– банківські метали: золото (x_3), срібло (x_4), платина (x_5), паладій (x_6);

– нерухоме майно (x_7);

– акції (x_8 – x_{11});

– цінні папери, що емітуються державою (облігації внутрішньої державної позики – ОВДП) (x_{12});

– інвестиційні проекти, пов'язані з будівництвом житла (x_{13});

– кредити страхувальникам-громадянам (x_{14}).

Із метою дотримання принципу надійності розміщення коштів страхових компаній до розгляду необхідно враховувати лише ліквідні акції («блакитні фішки») з відносною стабільністю в часі та досить високою ймовірністю повернення коштів. Розглядалися акції підприємств різних галузей економіки, а саме: ПАТ «Центренерго» (x_8) (електроенергетика), ПАТ «Снакіївський металургійний завод» (x_9) (металургія), ПАТ «Укрнафта» (x_{10}) (нафтовидобувна) та ПАТ «Райффайзенбанк «Аваль»» (x_{11}) (фінанси).

За інформаційну базу для розрахунку дохідності та ризикованості фінансових інструментів України було обрано квартальні дані консолідованої фінансової звітності страхових компаній, річні звіти Національного банку України, звітність ПАТ «Фондова біржа ПФТС», аналітичні огляди ТОВ «Український фондовий центр» та щомісячні звіти «Олімп Консалтинг» за період 2009–2013 рр.

Рівень дохідності об'єктів інвестування (E_i) визначено на основі загальної ринкової інформації (процентні ставки за депозитами в національній валюті, середньозважена дохідність ОВДП, процентні ставки за кредитами, наданими

домогосподарствам та фізичним особам) або математичних розрахунків (банківські вклади в іноземній валюті, банківські метали, нерухомість, акції).

Акцентуємо увагу на розрахунку дохідності деяких об'єктів для інвестування, а саме:

- банківські вклади в іноземній валюті ($E_{2грн}$):

$$\dot{A}_{2\grave{a}\delta\grave{t}} = (\dot{A}_{2\grave{a}\grave{i}\grave{e}} + 1) \cdot \frac{\hat{E}_1}{\hat{E}_0} - 1, \quad (3.28)$$

де $E_{2дол}$ – процентна ставка за депозитами в дол. США, %;

K_1 – курс долара США до гривні на кінець періоду;

K_0 – курс долара США до гривні на початок періоду;

- банківські метали (E_{3-6}) – золото, срібло, платина, паладій:

$$E_{3-6} = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \cdot 100 \cdot 12, \quad (3.29)$$

де P_1 – ціна банківського металу за одну тройську унцію на кінець періоду, тис. грн ;

P_0 – ціна банківського металу за одну тройську унцію на початок періоду, тис. грн ;

- нерухомість ($E_{7грн}$):

$$E_{7\grave{a}\delta\grave{t}} = (\dot{A}_{7\grave{a}\grave{i}\grave{e}} + 1) \cdot \frac{\hat{E}_1}{\hat{E}_0} - 1, \quad (3.30)$$

де $\dot{A}_{7\grave{a}\grave{i}\grave{e}}$ – дохідність об'єктів нерухомості, дол. США;

$$E_{7\grave{a}\grave{i}\grave{e}} = \frac{O}{\hat{A}} \cdot 100 \cdot 12, \quad (3.31)$$

де O – оренда 1 м², дол. США на рік;

B – вартість нерухомості на вторинному ринку 1 м², дол. США;

- акції (E_{8-11}):

$$E_{8-11} = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \cdot 100 \cdot 12, \quad (3.32)$$

де P_1 – вартість акції на кінець періоду, грн ;

P_0 – вартість акції на початок періоду, грн.

Отже, дохідність об'єктів інвестування визначаємо як математичне сподівання, тоді як ризик – як середнє квадратичне відхилення. Узагальнені дані щодо очікуваного рівня дохідності та ризику надано в таблиці 3.49.

Таблиця 3.49 – Загальні показники річних дохідностей об'єктів інвестування в Україні за період 2009–2013рр.

Номер	Позначення	Об'єкт інвестування	Очікуване значення дохідності	Середнє квадратичне відхилення
1	x_1	Банківські вклади в національній валюті	0,113 6	0,015 5
	x_2	Банківські вклади в іноземній валюті	0,079 5	0,015 3
2	x_3	Банківські метали – золото	0,098 7	0,656 9
	x_4	Банківські метали – срібло	0,200 7	1,352 1
	x_5	Банківські метали – платина	0,102 0	0,766 6
	x_6	Банківські метали – паладій	0,315 6	1,015 1
3	x_7	Нерухоме майно	0,120 0	0,015 2
4	x_8	Акції ПАТ «Снаківський металургійний завод»	0,162 6	2,746 6
	x_9	Акції ПАТ «Райффайзенбанк «Аваль»	0,196 4	3,026 4
	x_{10}	Акції ПАТ «Центренерго»	0,226 6	2,588 1
	x_{11}	Акції ПАТ «Укрнафта»	0,157 0	2,049 9
5	x_{12}	Цінні папери, що імітуються державою	0,126 8	0,036 0
6	x_{13}	Проекти, пов'язані з будівництвом житла	0,184 4	0,020 4
7	x_{14}	Кредити страхувальникам-громадянам	0,274 7	0,023 7

Економіко-математична модель оптимізації інвестиційного портфеля передбачає розв'язання двокритеріальної задачі.

Спочатку вирішується питання знаходження максимального доходу від розміщення резервів зі страхування життя (x_i) за заданого рівня ризику з урахуванням визначених обмежень. Модель оптимізації матиме такий вигляд:

$$E_p \rightarrow \max \left\{ \begin{array}{l} \sigma_p \leq \sigma^* \\ \sum_k x_k \leq F_j \\ x_m \leq D_m \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ x_i \geq 0 \end{array} \right. , \quad (3.33)$$

де E_p – дохідність інвестиційного портфеля;

σ_p – ризикованість інвестиційного портфеля;

F_j та D_m – законодавчі обмеження стосовно контрагента та активів, якими є кошти резервів зі страхування життя.

Дохідність інвестиційного портфеля розраховується за формулою

$$E_p = \sum_{i=1}^n x_i \bar{E}_i , \quad (3.34)$$

де \bar{E}_i – очікувана дохідність i -го напрямку інвестування.

Як ризик інвестиційного портфеля використано показник середньоквадратичного відхилення (за Марковіцем), а саме:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \text{cov}_{ij}} , \quad (3.35)$$

де n – кількість інструментів інвестування ($n = 14$);
 cov_{ij} – коваріційна матриця дохідностей;

x_i – частка коштів i -го напрямку інвестування.

Друге завдання полягає в знаходженні мінімального ризику від розміщення коштів компанії зі страхування життя (x_i) за заданого рівня доходності портфеля за умови дотримання необхідних обмежень на використання цих коштів, що можна подати такою системою рівнянь:

$$\sigma_p \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} E_p \leq E^* \\ \sum_k x_k \leq F_j \\ x_m \leq D_m \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ x_i \geq 0 \end{cases} \quad (3.36)$$

Отже, якісний розподіл оптимальних інвестиційних коштів резерву зі страхування життя для різних типів портфелів наведено в табл. 3.50.

Таблиця 3.50 – Результати обчислень оптимальних інвестиційних портфелів

Номер	Позначення	Напрямок розміщення	Максимальної доходності	Мінімального ризику	Заданої доходності
1	x_1	Банківські вклади в національній валюті	0,000	0,000	0,061
	x_2	Банківські вклади в іноземній валюті	0,000	0,483	0,000
2	x_3	Банківські метали – золото	0,000	0,001	0,000
	x_4	Банківські метали – срібло	0,000	0,000	0,001
	x_5	Банківські метали – платина	0,000	0,000	0,000
	x_6	Банківські метали – паладій	0,150	0,000	0,003

Продовження табл. 3.50

3	x_7	Нерухоме майно	0,000	0,297	0,300
4	x_8	Акції ПАТ «Снаківський металургійний завод»	0,100	0,000	0,000
	x_9	Акції ПАТ «Райффайзенбанк «Аваль»	0,100	0,000	0,000
	x_{10}	Акції ПАТ «Центренерго»	0,100	0,000	0,000
	x_{11}	Акції ПАТ «Укрнафта»	0,000	0,000	0,000
5	x_{12}	Цінні папери, що імітуються державою	0,250	0,000	0,335
6	x_{13}	Проекти, пов'язані з будівництвом житла	0,100	0,019	0,100
7	x_{14}	Кредити страхувальникам- громадянам	0,200	0,200	0,200
		Усього	1,0	1,0	1,0
	E_p	Дохідність	0,210	0,133	0,160
	σ_p	Ризик	0,794	0,006	0,014

З аналізу розрахунків (за умови виконання всіх обмежень), бачимо, що портфель мінімального ризику досягається за загальної дохідності портфеля 13,26 %, а портфель максимальної дохідності дорівнює 21,09 %.

Для вибору найбільш бажаного портфеля використано методи аналізу кривих байдужості (*indifference curves*), що показують ставлення інвестора до ризику та дохідності, їх можна зобразити у вигляді функціональної залежності ризику (стандартного відхилення σ_p) та очікуваної дохідності E_p . Отже, на основі даних про залежність між мінімальним ризиком та максимальної дохідності побудовано криву байдужості (рис. 3.27).

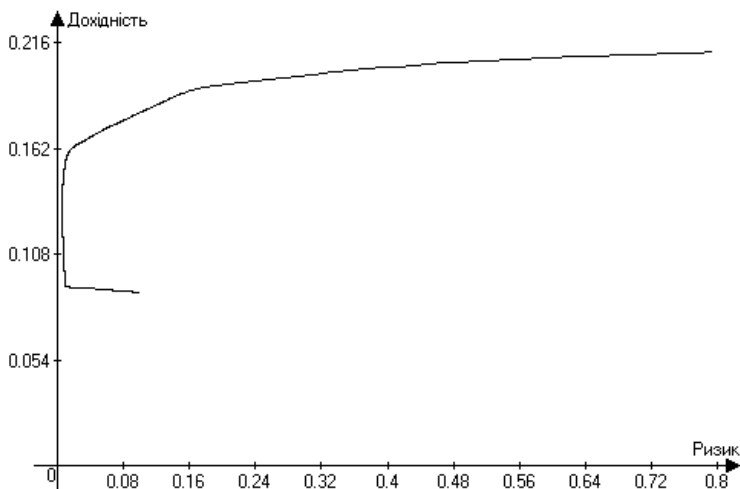


Рисунок 3.27 – Крива байдужості «дохідність-ризик»

Аналіз кривої байдужості показує, що загальний ризик оптимального портфеля практично є мінімальним для річних доходностей від 8 до 16 %. За межами цього інтервалу здійснюється збільшення загального ризику.

Відповідно до даних, наведених у табл. 3.51, для прикладу було зроблено розподіл залучених коштів компанії «Граве Україна».

При формуванні оптимального інвестиційного портфеля за рахунок коштів резервів зі страхування життя та власних коштів страхової компанії необхідно знати розподіл цих коштів для різних компаній. Здійснений аналіз говорить про те, що процентне співвідношення цих коштів між собою для різних компаній відрізняється та залишається практично незмінним упродовж аналізованого періоду інвестування.

Таблиця 3.51 – Результати обчислень оптимальних інвестиційних портфельів для компанії зі страхування життя «Граве Україна» станом на 2012 рік, тис. грн

Номер	Позначення	Напрямок розміщення	Максимальної дохідності	Мінімального ризику	Заданої дохідності
1	x_1	Банківські вклади в національній валюті	0,00	0,00	39 310,25
	x_2	Банківські вклади в іноземній валюті	0,00	313 419,62	0,00
2	x_3	Банківські метали – золото	0,00	445,78	0,00
	x_4	Банківські метали – срібло	0,00	0,00	904,66
	x_5	Банківські метали – платина	0,00	0,00	0,00
	x_6	Банківські метали – паладій	97331,05	0,00	1 868,22
3	x_7	Нерухоме майно	0,00	192 729,76	194 662,11
4	x_8	Акції ПАТ «Снаківський металургійний завод»	64 887,37	0,00	0,00
	x_9	Акції ПАТ «Райффайзенбанк «Аваль»	64 887,37	0,00	0,00
	x_{10}	Акції ПАТ «Центренерго»	64 887,37	0,00	211,48
	x_{11}	Акції ПАТ «Укрнафта»	0,00	0,00	0,00

Продовження табл. 3.51

5	x_{12}	Цінні папери, що імітуються державою	162 218,43	0,00	217 254,87
6	x_{13}	Проекти, пов'язані з будівництвом житла	64 887,37	12 503,80	64 887,37
7	x_{14}	Кредити страхувальника м-громадянам	129 774,74	129 774,74	129 774,74
		Усього	648 873,70	648 873,70	648 873,70
	E_p	Дохідність	0,210	0,133	0,160
	σ_p	Ризик	0,794	0,006	0,014

Під час аналізу розподілу власних та залучених коштів компанії при формуванні інвестиційного портфеля мінімальний ризик можна забезпечити, інвестуючи банківські вклади в іноземній валюті, золото, нерухомість, проекти, пов'язані з будівництвом житла, кредити страхувальникам-громадянам.

Отже, розглянутий науково-методичний підхід до оптимізації структури інвестиційного портфеля дозволяє визначити пріоритетні напрями вкладення коштів страхової компанії з метою отримання максимальної дохідності за умови прийнятного рівня портфельного ризику.

Список використаної літератури

1. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо національних комісій, що здійснюють державне регулювання природних монополій, у сфері зв'язку та інформатизації, ринків цінних паперів і фінансових послуг: Закон України від 7 липня 2011 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T113610.html.
2. Про державне регулювання ринку цінних паперів в Україні : Закон України від 30 жовтня 1996 р. № 448/96-ВР (зі змінами і доповненнями) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=448%2F96-%E2%F0>.

3. Про цінні папери та фондовий ринок : Закон України від 23 лютого 2006 р. № 3480-IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.yurradnik.com.ua/stride/ur/index.php?m=archive&y=2006&mag=16&art=309>.
4. Амитан В. Н. Анализ инвестиционных решений на фондовом рынке / В. Н. Амитан, Е. А. Аксенова // Модель упр. в рыночной экономике : сборник научных трудов. – Донецк : ДонГУ. – 2001. – Вып. 2. – С. 11–18.
5. Аньшин В. М. Инвестиционный анализ / В. М. Аньшин. – М. : Дело, 2004. – 280 с.
6. Архив итогов торгов по инструменту на ОАО «РТС» начиная с 2007 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.rts.ru/ru/archive/agrsecurityresults.html>.
7. Бабинюк О. І. Моделювання оптимізації інвестиційного портфеля з урахуванням ризиків в умовах фінансової кризи [Електронний ресурс] / О. І. Бабинюк. – Режим доступу : http://www.nbuiv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Mise/2010_81/Babenuk.pdf.
8. Балан Р. Волновой принцип Эллиотта: приложение к рынкам ФОРЕКС / Р. Балан. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 109 с.
9. Белз О. В. Математична модель оптимізації інвестиційного портфеля фірми [Електронний ресурс] / О. В. Белз. – Режим доступу : http://www.nbuiv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vtneu/2007_3/pdf/Belz%200..pdf.
10. Бланк І. О. Інвестиційний менеджмент : підруч. / І. О. Бланк. – К. : КНЕУ, 2005. – 398 с.
11. Бланк И. А. Управление активами : монография / И. А. Бланк. – К. : Ника-Центр, Эльга, 2000. – 720 с.
12. Бердникова Т. Б. Рынок ценных бумаг и биржевое дело / Т. Б. Бердникова. – М. : ИНФРА-М, 2002. – 270 с.
13. Буренин А. Н. Рынок ценных бумаг и производный финансовых инструментов: учеб. пособие / А. Н. Буренин. – М. : Федеративная Книготорная компания, 1998. – 352 с.
14. Буренин А. Н. Управление портфелем ценных бумаг / А. Н. Буренин. – М. : Научно-техническое общество имени академика С. И. Вавилова, 2008. – 440 с.
15. Ванюшкин А. С. Математическое обеспечение формирования инвестиционного портфеля [Электронный ресурс] / А. С. Ванюшкин // Проблемы материальной культуры. Экономические науки. – 2010. – № 155. – Режим доступа : http://www.nbuiv.gov.ua/portal/soc_gum/knp/155/knp155_68-77.pdf.

16. Винс Р. Математика управления капиталом / Р. Винс . – М. : Альпина Бизнес Букс, 2004. – 250 с.
17. Глушевський В. В. Проблема вибору типу математичної моделі в задачах оптимізації структури портфеля цінних паперів / В. В. Глушевський // Новое в экономической кибернетике : сб. науч. ст. / под общ. ред. Ю. Г. Лысенко ; Донецкий нац. ун-т. Модели экономических процессов трансформационной экономики. – Донецк : ДонНУ, 2001. – № 4. – С. 161–171.
18. Гореславец А. М. Створення системи підтримки прийняття рішень для формування оптимального інвестиційного портфеля на основі моделі скорингу [Електронний ресурс] / А. М. Гореславец, А. В. Шевченко // Научный вестник ДГМА. – 2010. – № 1 (6). – Режим доступу : http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/vddma/2010_1/article%5C10GAMBSM.pdf.
19. Динамика индексов и инструментов РТС [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.rts.ru/ru/index/idxgraph.html>.
20. Долінський Л. Б. Дослідження можливостей застосування ринкової моделі Шарпа для оцінювання доходності на біржовому фондовому ринку України / Л. Б. Долінський, Д. М. Сташук [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.nbuu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Mise/2010_81/dolin.pdf.
21. Дубровин В. И. Модели и методы оптимизации выбора инвестиционного портфеля [Электронный ресурс] / В. И. Дубровин, О. И. Юськив // Радиоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2008. – № 1. – Режим доступу : http://www.nbuu.gov.ua/portal/natural/riu/2008_1/049-060.pdf.
22. Дубровін В. І. Оцінювання ризиків інвестиційного портфеля [Електронний ресурс] / В. І. Дубровін, В. М. Льовкін // Радиоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2010. – № 1. – Режим доступу : http://www.nbuu.gov.ua/portal/natural/riu/2010_1/051-055.pdf.
23. Дудяк Р. П. Організація біржової діяльності: основи теорії і практикум : навч. посіб. / Р. П. Дудяк, С. Я. Бугіль. – Львів : Новий світ-2000, Магнолія плюс, 2003. – 360 с.
24. Зайченко Ю. П. Анализ инвестиционного портфеля с использованием аппарата нечетких множеств / Ю. П. Зайченко, М. Есфандиярфард // Матеріали XIII Міжнародної конференції з автоматичного управління «Автоматика – 2006». – Вінниця : Універсум-Вінниця, 2007. – С. 316–324.
25. Зимовець В. В. Фінансове посередництво : навч. посіб. / В. В. Зимовець, С. П. Зубик. – К. : КНЕУ, 2004. – 288 с.

26. История значений индекса по дням. Индекс РТС (RTSI) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.rts.ru/ru/index/stat/dailyhistory.html?code=RTSI>.
27. Касимов Ю. Ф. Основы теории оптимального портфеля ценных бумаг / Ю. Ф. Касимов. – М. : Инф.-изд. дом «Филинь», 1998. – 144 с.
28. Кишакевич Б. Ю. Багатокритеріальна оптимізація кредитного портфеля банку [Електронний ресурс] / Б. Ю. Кишакевич // Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – № 19. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvnltsu/19_12/301_Kyszakiewycz_19_12.pdf.
29. Климова Е. Н. Математическое моделирование оптимального портфеля ценных бумаг с ограничениями на отдельные активы / Е. Н. Климова, В. Л. Шур, О. В. Москалец // Вестник СамГУ. – 2008. – № 8/2 (67). – С. 263–275.
30. Кононенко Д. С. Моделювання розвитку фінансових показників із урахуванням правил технічного аналізу ринку [Електронний ресурс] / Д. С. Кононенко // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2011 – № 8. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Mise/2011_84/Kononenko%20.pdf.
31. Лазик Г. М. Оптимізація портфеля іпотечних цінних паперів на фінансовому ринку України [Електронний ресурс] / Г. М. Лазик // Науковий вісник: Фінанси, банки, інвестиції. – 2011. – № 1. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Nvfbi/2011_1/12.pdf.
32. Литвин З. Програмне забезпечення технічного аналізу / З. Литвин, Б. Штефан [Електронний ресурс] // Економічний аналіз. – 2008. – № 3. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Ecan/2008_3/pdf/lytvyn,%20shtefan.pdf.
33. Ліхновський П. М. Портфель цінних паперів на основі бета-коефіцієнта з моделі У. Шарпа: вибір активів та оцінка ефективності [Електронний ресурс] / П. М. Ліхновський // Наукові записки. Серія «Економіка». – 2011. – № 16. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Nznuoa/ekonomika/2011_16/81.pdf.
34. Лукьяненко И. Г. Оптимизация инвестиционной деятельности в условиях повышенного риска [Электронный ресурс] / И. Г. Лукьяненко // Бизнесинформ. – 2009. – № 2 (3). – Режим доступу : [http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Bi/2009_2/2\(3\)/31-33.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Bi/2009_2/2(3)/31-33.pdf).
35. Лутай Л. А. Теоретичні аспекти аналізу та прогнозування цін на біржових ринках [Електронний ресурс] / Л. А. Лутай, Г. В. Козицька //

- Економічний вісник Донбасу. – 2011. – № 3 (25). – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Evd/2011_3/28.pdf.
36. Майорова Т. В. Інвестиційна діяльність : навч. посіб. / Т. В. Майорова. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 376 с.
 37. Максимова В. Ф. Портфельные инвестиции / В. Ф. Максимова – М. : Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права, 2003. – 56 с.
 38. Мерфи. Дж. Технический анализ фьючерсных рынков: теория и практика / Дж. Мерфи. – М. : Диаграмма, 2000. – 592 с.
 39. Миркин Я. М. Ценные бумаги и фондовый рынок: Профессиональный курс в Финансовой Академии при Правительстве Российской Федерации / Я. М. Миркин. – М. : Перспектива, 1999. – 365 с.
 40. Молодцов Д. Стратегический подход к управлению портфелем / Д. Молодцов // Банковские технологии. – 1998. – № 7. – С. 69–73.
 41. Москаленко В. В. Технологія управління інвестиційним портфелем з використанням інструментів фондового ринку [Електронний ресурс] / В. В. Москаленко, Ю. О. Череватенко, Т. В. Захарова // Економічний вісник Донбасу. – 2010. – № 3 (7). – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/pit/2010_2/01_015.htm.
 42. Муравський В. В. Моделювання вибору оптимального портфеля цінних паперів [Електронний ресурс] / В. В. Муравський // Управління розвитком. – 2011. – № 5. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/Uproz/2011_5/u1105mu2.pdf.
 43. Наливайченко Е. В. Оптимизация портфеля инвестиций в ценные бумаги предприятия [Електронний ресурс] / Е. В. Наливайченко // Вісник Запорізького національного університету. – 2010. – № 3 (7). – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/Natural/Vznu/eco/2010_3/247-252.pdf.
 44. Найман Э. Малая энциклопедия трейдера / Э. Найман. – К. : Вира-Р Альфа Капитал, 1999. – 236 с.
 45. Недосекин А. О. Оптимизация фондового портфеля, содержащего рупт-опционы [Электронний ресурс] / А. О. Недосекин // Банки и Риски. – 2005. – № 1. – Режим доступу : http://sedok.narod.ru/s_files/2005/2.pdf.
 46. Овчинникова М. М. Управління інвестиційним капіталом інститутів спільного інвестування [Електронний ресурс] / М. М. Овчинникова // Економіка і організація управління. – 2010. – № 2 (8). – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/eiou/2010_8/10.pdf.
 47. Олійник В. М. Деякі аспекти оптимізації портфеля фінансових інструментів / В. М. Олійник, С. М. Фролов, Ю. І. Лещенко // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2012. – № 1. – С. 140–147.

48. Олійник В. М. Економіко-математичне моделювання в розвитку страхування та управлінні страховими тарифами : монографія / В. М. Олійник. – Суми : Університетська книга, 2014. – 366 с.
49. Олійник В. М. Фінансова стійкість страхових компаній : монографія / В. М. Олійник. – Суми : Університетська книга, 2015. – 287 с.
50. Первозванский А. А. Финансовый рынок: расчет и риск / А. А. Первозванский, Т. Н. Первозванская. – М. : Инфра-М, 1994. – 192 с.
51. Пересада А. А. Портфельне інвестування / А. А. Пересада, О. Г. Шевченко, Ю. М. Коваленко, С. В. Урванцева. – К. : КНЕУ, 2004. – 408 с.
52. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала / Э. Петерс. – М. : Мир, 2000. – 333 с.
53. Плаксин В. И. Методологический базис системы управления нейтрализацией рисков инвестиционного портфеля предприятия [Электронный ресурс] / В. И. Плаксин, Е. А. Горбачева // Вісник СевНТУ. Серія «Економіка і фінанси». – 2010. – № 109. – Режим доступа : <http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vsntu/2010/econom/109-SevNTU/109-24.pdf>.
54. Порохня В. М. Математична модель зниження розмірності задачі формування оптимального портфеля цінних паперів / В. М. Порохня, В. В. Глушевський // Економіка: проблеми теорії та практики. Міжвузівський збірник наукових праць. Випуск 76. – Дніпропетровськ : Наука і освіта. – 2001. – С. 93–99.
55. Порохня В. М. Динамічна модель оперативного управління портфелем цінних паперів / В. М. Порохня, В. В. Глушевський, В. Л. Деревлев // Економіка: проблеми теорії та практики. Міжвузівський збірник наукових праць. – Дніпропетровськ : Наука і освіта. – 2001. – Вип. 77. – С. 10–15.
56. Притула Н. Модель формування оптимального портфеля цінних паперів на основі кредитно-рейтингової оцінки фінансового стану підприємств-емітентів [Електронний ресурс] / Н. Притула // Ринок цінних паперів. – 2007. – № 9–10. – Режим доступу : www.securities.org.ua/securities_journal/review.php?num=37&pub=368.
57. Рогальська Н. Г. Моделі оптимізації фінансової діяльності великих економічних систем з використанням кореляційного аналізу / Н. Г. Рогальська // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2005. – № 2 (16). – С. 183–190.
58. Румянцев Н. В. Методы определения оптимального портфеля ценных бумаг на основе многокритериальных задач [Электронный ресурс] /

- Н. В. Румянцев, М. И. Медведева. – Режим доступу : http://www.nbuu.gov.ua/portal/soc_gum/pips/2011_2/tom2/624.pdf.
59. Семенкова Е. В. Операции с ценными бумагами: российская практика / Е. В. Семенкова. – М. : Перспектива: ИНФРА-М, 1997. – 312 с.
60. Сословський В. Г. Оптимізація управління інвестиційним портфелем банку [Електронний ресурс] / В. Г. Сословський, О. В. Москаленко // Вісник Університету банківської справи Національного банку України. – 2011. – № 1 (10). – Режим доступу : http://www.nbuu.gov.ua/portal/Soc_Gum/VUbsNbU/2011_1/VUBSNBU10_p189-p192.pdf.
61. Стрельченко І. І. Використання інтегрального рівняння Вінера-Хопфа для моделювання динаміки обмінних курсів [Електронний ресурс] / І. І. Стрельченко // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2010 – № 8. – Режим доступу : http://www.nbuu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Mise/2010_81/Strel.pdf.
62. Технический анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://ru.wikipedia.org/wiki/Технический_анализ
63. Технічний аналіз [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://berg.com.ua/tech/chart/pattern/head-and-shoulders/>.
64. Тодоряк О. Г. Методологія формування інвестиційно-фінансової стратегії підприємства [Електронний ресурс] / О. Г. Тодоряк . – Режим доступу : http://www.nbuu.gov.ua/portal/soc_gum/ pprbsu/2011_31/11_31_40.pdf.
65. Фабочки Ф. Управление инвестициями / Ф. Фабочки. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 932 с.
66. Фишер Р. Последовательность Фибоначчи: приложения и стратегии для трейдеров / Р. Фишер. – М. : ИНФРА-М, 1993. – 176 с.
67. Фрост А. Волновой принцип Эллиотта – ключ к пониманию рынка / А. Фрост, А. Пректер. – М. : ИНФРА-М, 2003. – 168 с.
68. Холодна Ю. Є. Формування оптимальної структури портфеля цінних паперів [Електронний ресурс] / Ю. Є. Холодна, І. В. Нагай // Вісник Донецького університету економіки та права. – 2010. – № 1. – Режим доступу : http://www.nbuu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vdie/2010_1/files/25.pdf.
69. Чашко Т. А. Методические аспекты разработки механизма оптимизации ценных бумаг банка [Електронний ресурс] / Т. А. Чашко, М. О. Житарь // Економіка і організація управління. – 2010. – № 1 (7). – Режим доступу : http://www.nbuu.gov.ua/portal/soc_gum/eiou/2010_709%20-%20Ek%207-2010.pdf.
70. Чорней Н. Б. Теорія систем і системний аналіз / Н. Б. Чорней, К. Б. Чорней. – К. : МАУП, 2005. – 256 с.

71. Шапкин А. С. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций / А. С. Шапкин. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2003. – 544 с.
72. Шарп У. Инвестиции / У. Шарп, Г. Александер, Дж. Бэйли. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 1028 с.
73. Швагер Дж. Технический анализ. Полный курс / Дж. Швагер. – М. : Альпина Паблишер, 2001. – 768 с.
74. Эрлих А. А. Технический анализ товарных и финансовых рынков : прикладное пособие / А. А. Эрлих. – М. : ИНФРА-М, 1996. – 176 с.
75. Якушков В. К. Функция полезности для инвестирования / В. К. Якушков. – М. : Дело, 2002. – 167 с.
76. Markowitz H. M. Portfolio Selection / Harry M. Markowitz // Journal of Finance. – 1952. – № 7. – P.77–91.
77. Markowitz H. M. Portfolio Selection – Efficient Diversification of Investments / Harry M. Markowitz. – New York: John Wiley, 1959. – 722 p.
78. Sharpe W. F. A Simplified Model for Portfolio Analysis / W. F. Sharpe // Management Science. – 1963. – Vol. 9, № 2. – P. 277–293.
79. Tobin J. The Theory of Portfolio Selection / J. Tobin; ed. by F. H. Hahn, F. P. R. Brechling // Theory of Interest Rates. – London : MacMillan, 1965. – P. 3–51.
80. Zenios S. A. Practical financial optimization: decision making for financial engineers / S. A. Zenios. – Cambridge : Blackwell, 2007. – 400 p.

Тема 4 Матричні портфельні моделі

4.1 Портфельний аналіз як інструмент стратегічного планування

На цей час розроблено багато аналітичних методів та моделей, які можна застосовувати при прийнятті стратегічного рішення [2,6]. Одним із найбільш використовуваних інструментів стратегічного планування є портфельний аналіз. Взагалі процедура аналізу складається з перехресної класифікації кожного напрямку діяльності фірми за такими параметрами: привабливість базового ринку, на якому працює фірма, та здатність структурних підрозділів цієї фірми використовувати свої можливості на цьому ринку. Цей метод здебільшого використовується західними корпораціями.

Під корпоративним портфелем (портфелем підприємства) необхідно розуміти сукупність відносно самостійних стратегічних одиниць бізнесу, які належать одному й тому самому власнику. Для страхової компанії одиницями бізнесу можуть виступати як види страхової діяльності (згідно одержаних ліценцій), так й інші види фінансової діяльності, що передбачені законодавством.

Метою портфельного аналізу є допомога багатопрофільній фірмі розподілити обмежені ресурси поміж товарних ринків із урахуванням привабливості ринкових сегментів. Портфельний аналіз забезпечує менеджерів корпорацій методикою аналізу та планування портфельних стратегій.

Портфельний аналіз будемо застосовувати для рішення таких задач:

- 1) оптимальний розподіл фінансових і кадрових ресурсів поміж підрозділів корпорації;
- 2) аналіз і корегування портфельного балансу;
- 3) допомога у проведенні реструктуризації підприємства (ліквідація, злиття, поглинання та ін.);
- 4) розширення та скорочення сфер бізнесу.

Взагалі процес портфельного аналізу здійснюється за такою схемою:

- 1) усі види діяльності фірми необхідно розбити на стратегічні одиниці бізнесу. Ці одиниці повинні відповідати необхідним умовам. Однією з умов (за даними проекту PIMS) є така: якщо більша ніж 60 % продукції бізнес-одиниці використовується всередині фірми іншою одиницею бізнесу, то необхідно розглядати ці два підрозділи як одне ціле;
- 2) знаходиться відносна конкурентоспроможність цих одиниць бізнесу на загальному ринку та аналізуються перспективи розвитку відповідних ринків. Збір та аналіз даних здійснюється за такими напрямками: найбільш привабливі галузі, конкурентна позиція, загрози фірмі, наявні ресурси та кваліфікація кадрів;
- 3) для кожної бізнес-одиниці розробляється своя стратегія на ринку. Якщо стратегії діяльності різних одиниць фірми є схожими, то їх групують для прийняття єдиної стратегії;

4) найбільш складним та відповідальним етапом стратегічного менеджменту фірми є одержання оптимальної стратегії. Ця стратегія складається з окремих бізнес-стратегій її підрозділів. Після прийняття рішення про оптимальне стратегічне планування фірми проводиться корегування бізнес-стратегій її стратегічних одиниць бізнесу.

На практиці портфельний аналіз здійснюється з урахуванням стратегічних складових портфельного аналізу. І. Ансофф запропонує виділяти чотири складові стратегічного управління [1]:

- 1) вектор зростання. Цей показник показує масштаб та направленість майбутньої сфери діяльності фірми;
- 2) конкурентна перевага фірми. Серед основних переваг виділимо такі: мінімізація витрат, диференціація послуг (товарів), ранній вихід на ринок;
- 3) синергізм. Прибуток від сумісного використання ресурсу є більшим за суми прибутку при використанні тих самих ресурсів окремо;
- 4) гнучкість портфеля різних видів діяльності. Фірма повинна мати можливість ефективно диверсифікувати в інші галузі.

Основною перевагою портфельного аналізу є можливість структурування проблем фірми, наочного відображення цих показників та відносна простота одержання та представлення результатів.

До основних недоліків портфельного аналізу можна віднести такі показники:

– відображення перспектив бізнесу на основі даних які є в наявності. Екстраполяція поточних даних про стан бізнесу не завжди можлива. Навіть у випадку одержання цих даних, вони можуть неадекватно відображати майбутній реальний торговельний ринок. Цей недолік наявний практично в усіх моделях прогнозування;

– практично в кожній портфельній матриці різні види бізнесу оцінюються за двома критеріями: привабливість ринку та оцінювання конкурентних позицій стратегічних одиниць бізнесу на цьому ринку. В діяльності фірми є багато інших факторів (якість послуги, інвестиції та ін.), що впливають на прибуток фірми. У цих

моделях вони або взагалі не відображені, або відображені лише побічно.

Розглянемо найбільш поширені матричні портфельні моделі.

4.2 Матриця Бостонської консультативної групи (БКГ) [10]

Побудова матриці БКГ базується на положенні про те, що здатність лінії продуктів отримати прибуток фірми залежить від темпів зростання цього ринку, а також від участі даного продукту на ринку [11]. Темп зросту ринку знаходиться як середньозважене значення темпів зросту різних сегментів ринку, в яких працює фірма, або береться такою, що дорівнює темпу зростання ВВП. Темпи зростання галузі 10 % та більше розглядаються як високі. Відносна частка ринку знаходиться діленням частки ринку розглянутого бізнесу на частку ринку найвпливовішого конкурента.

Основою побудови матриці БКГ є дві гіпотези:

- 1) компанія, що є лідером на ринку, має найвищий рівень рентабельності;
- 2) для ефективного функціонування на ринку швидкозростаючих сегментів компанія повинна інвестувати в розвиток товару; і навпаки необхідно скорочувати витрати на розвиток товару чи послуг на ринку з низькими темпами зростання.

Розглянемо які товари та послуги можна аналізувати в рамках моделі БКГ:

- 1) окремі направлення діяльності компанії не пов'язані між собою (страхування та інший вид діяльності);
- 2) окремі групи товарів, що реалізуються на одному ринку (life-страхування, страхування транспорту, страхування ризиків та ін.);
- 3) окремі одиниці товару в рамках однієї групи товарів (страхування автомобілів: ОСЦПВ, КАСКО та ін.)

В основі матриці знаходиться модель життєвого циклу товару. Згідно цієї моделі товар (послуга) в своєму розвитку проходить чотири стадії: вхід на ринок (товар – «Важка дитина»), зріст («Зірка»), зрілість («Дійна корова») та спад («Собака»). Таким чином, виникли чотири види продукту на ринку (квадрати).

Стратегія розвитку товарної групи залежить від того, в якому квадраті знаходиться товар чи послуга. Розглянемо більш детально ці види продукту.

«Зірка» – товар із високою часткою на ринку, що швидко розвивається. Товар посідає лідируюче місце на цьому ринку, дає значні доходи, проте переважна їх частка витрачається на підтримання лідируючого стану, а тому відчувається постійна нестача коштів.

«Дійна корова» – товар із високою часткою на ринку, що слабо зростає або є стабільним. Попит постійний, тому доходи досить високі й сталі. Надлишок прибутку спрямовується на підтримку інших товарів, насамперед «Зірок».

«Важка дитина» – товар, що характеризується низькою часткою на швидко зростаючому ринку. Становище товару на ринку не певне. Для фірми складна ситуація: чи залишити ринок цього товару, чи поширити частку ринку і стати «Зіркою» (для цього потрібна фінансова підтримка з боку «Дійної корови»).

«Собака» – товар має низьку частку на слабозростаючому або стабільному ринку. Товар прибутку не дає, а вимагає коштів. Вихід – піти з ринку або знайти вузькоспеціалізований сегмент для прибуткової роботи.

Для кожного товару в матриці БКГ повинна бути прийнята стратегія розвитку. Товари «Зірки» дозволяють покращити конкурентні позиції фірми, а «Дійні корови» – їх зберегти. «Важкі діти» примушують робити інвестиції для розвитку або готуватися до виходу з цієї позиції. Щодо «Собак», то потрібно покинути цю позицію.

За довгострокової перспективи, за умови нестачі поточних коштів, повинні бути розроблені програми щодо їх збільшення. Для короткострокової перспективи необхідно скоротити випуск нових товарів. За недоліків майбутніх коштів необхідно вводити в портфель більшу кількість нових товарів, що в майбутньому можуть стати «Зірками» або «Дійними коровами».

Умова товарної стратегічної стабільності фірми це досягнення оптимального співвідношення між її «Зірками», «Дійними коровами» та «Важкими дітьми».

Збалансований номенклатурний портфель фірми повинен включати 2–3 товари «Дійна корова», 1–2 товари «Зірка», для майбутньої діяльності декілька товарів «Важких дітей» та невелику кількість товару «Собака». Схематично матрицю БКГ можна подати на рисунку 4.1.

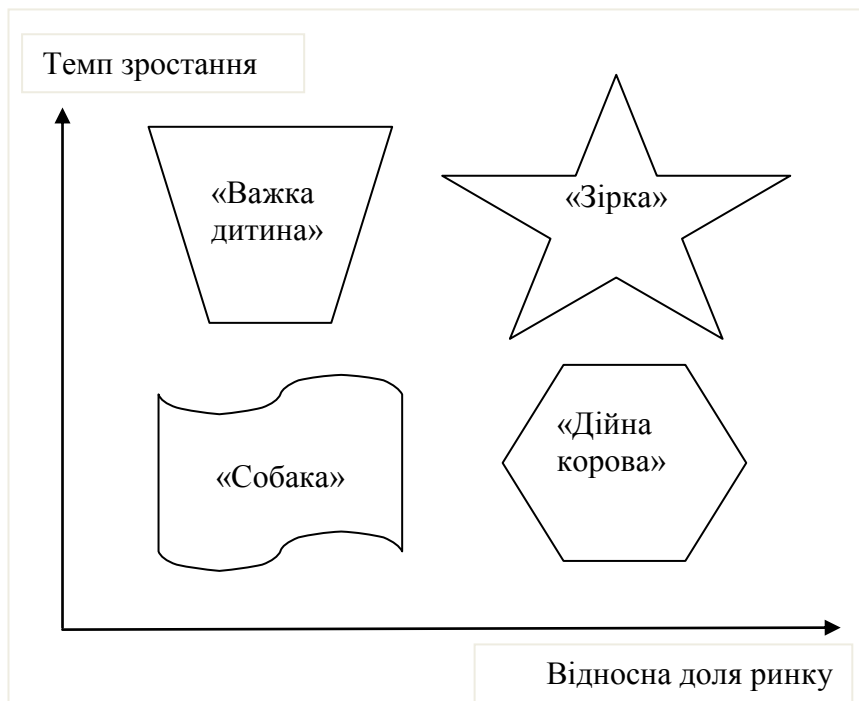


Рисунок 4.1 – Матриця БКГ

Зв'язок між статусом продуктів та запропоновану концепцію діяльності на ринку подано у таблиці 4.1.

Матриця БКГ являє корпорацію у вигляді бізнес-одиниць, які практично не залежать один від одного. Суть портфельного аналізу полягає у визначенні того, в яких підрозділів взяти ресурси («Дійна корова»), а якому їх передати («Зірка» або «Важка дитина»).

Таким чином, аналіз на основі матриці БКГ дозволяє використовувати такі стратегії бізнесу: можливу стратегію бізнес-одиниць або товару; оцінити їх потрібність у фінансуванні та

потенціал рентабельності; оцінити рівновагу корпоративного портфеля.

Таблиця 4.1 – Основні концепції стратегічної діяльності згідно матриці БКГ

Етап	Ринкова позиція	Прибуток	Рентабельність	Грошовий потік	Інвестиція
«Зірка»	Збережи або збільш участь на ринку	Високий, стабільний, зростаючий	Висока	Приблизно нульовий	Суттєва
«Дійна корова»	Збережи участь на ринку	Високий, стабільний	Висока	Додатний	Незначна
«Важка дитина»	Збережи участь на ринку	Низький, зростаючий, нестабільний	Нульова або від'ємна	Від'ємний	Значна
	Витягни користь та відмовся від ринку		Низька або від'ємна		Невелика або нульова
«Собака»	Витягни користь та відмовся від ринку	Низький, нестабільний	Невисока або від'ємна	Приблизно нульовий	Невелика або нульова

Основні переваги матриці БКГ

1. Простота побудови та переконливість одержаних результатів.
2. Аналіз БКГ особливо є зручним, якщо фірма має відносно небагато продуктів і повинна зробити вибір відносно свого портфеля та конкурентоспроможності на традиційних ринках.
3. Матриця є корисною при знаходженні стратегічних позицій та при розподілі ресурсів найближчим часом.
4. Стимулює вище керівництво окремо оцінити кожний вид бізнесу підприємства.
5. Показує наглядну порівняльну картину кожної бізнес-одиниці в корпоративному портфелі.

6. Показує здатність кожної бізнес-одиниці як накопичувати дохід, так і мати потребу в фінансуванні.
7. Стимулює використання даних про зовнішнє середовище.
8. Дає можливість знайти відповідність між фінансовими потоками та необхідністю розширення та зростання бізнесу.

Основні недоліки матриці БКГ

1. Темп зростання ринку не повною мірою відображає привабливість галузі в цілому. Існує багато макро- та мікрофакторів, що впливають на привабливість сегмента.
2. Темп зростання ринку не свідчить про прибуток галузі. За високих темпів зростання та низьких вхідних показниках може виникнути інтенсивна конкуренція, що зробить галузь не привабливою для фірми.
3. Відносна частка ринку не свідчить про конкурентоспроможність товару чи послуги. Відносна частка ринку – це показник, що відбувався в минулому та не гарантує високу долю цього продукту в майбутньому.
4. Матриця БКГ пропонує правильне направлення інвестування, але не містить тактичних вказівок та обмежень у реалізації стратегії. Інвестування в цьому разі може бути не ефективним.
5. Позиція стратегічної одиниці бізнесу суттєво залежить від знаходження меж та масштабів ринку.
6. На практиці не зовсім зрозуміло, як зріст ринку (частки ринку) впливає на прибуток бізнесу. Гіпотеза про залежність між відносною часткою ринку та потенціалом прибутку може бути прийнята лише за наявності дослідної кривої (в основному в галузях масового виробництва).
7. Ігнорується взаємозалежність бізнес-одиниць корпорації.
8. Ігнорується означення циклічності розвитку товарних ринків.

Модифікована матриця Бостонської консультативної групи

Випробування показали, що високоприбутковий портфель може бути незбалансованим із точки зору внутрішньофірмового перерозподілу грошових потоків і навпаки, збалансований портфель може бути збитковим. Практика конкурентної боротьби

на світових ринках показала, що одностороннє слідування стратегії домінування на ринку та знижка витрат може мати катастрофічні наслідки для фірми.

У середині 80-х років Бостонська консалтингова група запропонувала нову проектно-діагностичну матрицю, що основана на концепції стратегічної переваги. У своїй моделі вони використовують два критерії: розмір конкурентних переваг, що визначають структуру конкуренції в галузі та число способів реалізації конкурентних переваг, що дорівнюють числу стратегічних доходів у галузі [3].

У модифікованій матриці БКГ усі види діяльності поділяють на чотири типи:

- 1) концентрована діяльність фірми;
- 2) безперспективна конкурентна діяльність;
- 3) фрагментація;
- 4) спеціалізація.

Для кожного типу пропонується своя стратегія, що залежить від норми дохідності інвестицій та частки ринку фірми.

Запропонована модифікація матриці БКГ орієнтована на зовнішнє оточення фірми. Ця модель показує, що найбільш привабливим на сучасному ринку є спеціалізація фірм, підкріплених стратегіями диференціації продукції та/або низьких витратах.

4.3 Матриця компанії Arthur D. Little

Матриця АДЛ була вперше запропонована компанією Arthur D. Little у 1970 році. На відміну від матриці БКГ ця модель ґрунтується на двох змінних, що відображають зрілість сектора (життєвий цикл галузі) та положення щодо конкурентів [14]. Експертні оцінювання цих двох показників показують напрям економічної діяльності фірми. Саме це є основою товарної політики підприємства [4].

Згідно концепції життєвого циклу галузі (бізнес-одиниці) в моделі АДЛ наявні чотири послідовні стадії життєвого циклу (ЖЦ): зародження, зростання, зрілість, спад.

1. Стадія зародження. Це стадія становлення галузі. Характеризується високими темпами зростання ринку, використанням нових технологій, високим рівнем інвестицій у галузь та високими цінами.
2. Стадія зростання. Характеризується укріпленням ринку та високим темпом збільшення продажу та прибутку. Рівень цін стабільний.
3. Стадія зрілості. Ринок стабілізується, темпи зростання гальмуються. Починається період диференціації між багаточисельними товарами. Рівень цін знижується.
4. Стадія спаду. Динаміка продажу та попиту на ринку знижується. Компанії починають сходити з ринку або починається процес консолідації.

У таблиці 4.2 подано вибір стратегії залежно від фази життєвого циклу сектора.

Таблиця 4.2 – Стратегії маркетингу на основі матриці АДЛ

Елемент програми	Фаза ЖЦ			
	зародження	зростання	зрілості	спаду
Мета/Комплекс маркетингу	Ввести товар на ринок	Завоювати позицію	Утримувати позицію	Реалізувати всі запаси
Товар	Основний варіант	Вдосконалений	Диференційований	Підвищеної рентабельності
Ціна	Висока	Нижче	Ще нижче	Мінімальна
Збут	Малий	Росте	Інтенсивний	Необхідний
Просування товару	Зусилля	Максимальні зусилля	Слабкі зусилля	Переключаються на новий ЖЦ

Конкурентна позиція бізнесу в цій моделі характеризується такими п'ятьма показниками: ведуча (домінуюча), сильна, сприятлива (помітна), міцна, слабка.

1. Ведуча. Лише один представник бізнесу може займати цю позицію в галузі. Такий представник установлює стандарт для галузі та контролює поведінку інших конкурентів.

2. Сильна. Представник цього класу сам вибирає стратегії незалежно від поведінки своїх конкурентів. Його відносна доля на ринку в 1,5 раза більша, ніж для самого великого конкурента.
3. Сприятлива. Всі конкуренти знаходяться приблизно на одному й тому самому рівні.
4. Міцна. У цій позиції представник бізнесу намагається поліпшити становище в специфічній галузі. Міцний бізнес може довго утримувати своє положення, але практично немає шансів його поліпшити.
5. Слабка. Ця позиція свідчить про те, що вид бізнесу має критичні слабкі сторони. Такий бізнес не може вижити самостійно в умовах конкуренції.

Визначення конкурентної позиції здійснюється в два етапи:
 – на першому етапі виділяються ключові чинники успіху (КЧУ) для ринку, на якому діє компанія;

– на другому етапі проводять оцінювання конкурентоспроможності.

Ключовими чинниками успіху можуть бути:

- 1) виробничі чинники (номенклатура, рівень витрат, технологічні можливості);
- 2) ринкові чинники (рівень цін, якість продукції, надійність збутової мережі, престижність торговельної марки, частка ринку);
- 3) фінансові чинники (рівень кредиторської заборгованості, ліквідність, ділова активність, фінансовий ліверидж тощо);
- 4) організаційні чинники (організаційна структура, якість менеджменту, рівень управлінського персоналу).

Для оцінювання конкурентоспроможності будують і заповнюють таблицю, де для цієї фірми і конкурентів дають оцінювання ступеня відповідності виділеним КЧУ. Інтегральний показник конкурентоспроможності можна розрахувати з урахуванням вагових коефіцієнтів, що визначають відносну важливість окремих КЧУ за такою формулою:

$$K = \sum_{i=1}^n a_i E_i ,$$

де K – інтегральний показник конкурентоспроможності;
 n – число виділених КЧУ; a_i – вага i -го чинника; E_i – експертне оцінювання i -го чинника.

Фаза життєвого циклу сектора і позиція фірми в конкурентній боротьбі визначає положення зони господарювання на матриці вибору стратегії.

На основі своєї портфельної матриці Артур Д. Літл пропонує чотири напрямлення діяльності: природний розвиток, селективний розвиток, реструктуризацію, відмову.

4.4 Матриця McKinsey

Ця матриця була розроблена компанією General Electric разом із консалтинговою групою McKinsey&Co та отримала назву «екран бізнесу» [12]. Ця модель розглядає істотно більше даних, ніж модель БКГ. Якщо в матриці БКГ використовувався статистичний показник, то в матриці Мак Кінзі – динамічний. На відміну від Бостонської матриці, нова матриця застосовується на всіх фазах циклів попиту та за різноманітних умов конкуренції [7]. Основною особливістю цієї моделі є використання вагових коефіцієнтів при побудови моделі та врахування трендів розвитку галузі.

Матриця Мак Кінзі має розмірність 3x3. Як параметри моделі використовують дві її характеристики: інтегральні оцінювання привабливості ринків та відносні переваги компанії на цьому ринку. Матрицю Мак Кінзі умовно можна подати таким чином (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 – Матриця вибору стратегії Мак Кінзі

Привабливість галузі	Конкурентна позиція		
	добра	середня	слабка
Висока	Зберігати лідерство. Захищати позиції	Вкладати у виробництво	Вибіркове зростання. Концентрація зусиль
Середня	Зберігати позиції. Вибіркове зростання	Управління над отриманням прибутку	Обмеження діяльності
Низька	Переорієнтація діяльності	Управління над отриманням прибутку. Захист позицій	Вихід. Припинення діяльності

Основні етапи побудови матриці Мак Кінзі

1. Вибір критеріїв для вимірювання сегментів та оцінювання рівня конкурентоспроможності компанії в кожному сегменті.
2. Знаходження вагового коефіцієнта кожного критерію привабливості та конкурентоспроможності.
3. Оцінювання кожного сегмента за вибраними критеріями.
4. Знаходження потенціалу кожного сегмента на основі споживчих та ринкових трендів.
5. Вибір цільових сегментів та розподіл ресурсів компанії.

Для позиціонування груп товарів на матриці можна скористатися методом, описаним у моделі АДЛ, застосувавши його як для оцінювання конкурентоспроможності, так і для оцінювання привабливості ринку.

Привабливість ринку компанії визначається за формулою

$$П = \sum_{j=1}^m b_j E_j ,$$

де $П$ – інтегральний показник привабливості ринку; m – число критеріїв оцінювання; b_j – вага j -го критерію оцінювання; E_j – експертне оцінювання j -го критерію оцінювання привабливості.

Експертні оцінки виставляються, наприклад, в інтервалі від 1 до 5.

Вагові коефіцієнти, що відображають відносну значущість чинників, можна визначити за допомогою методу аналізу ієрархії. Цей метод полягає в парному порівнянні чинників стосовно ступеня їх дії на конкурентоспроможність і ринкову привабливість.

Індикатори привабливості ринку та конкурентоспроможності наведено у таблицях 4.4 та 4.5.

Таблиця 4.4 – Індикатори привабливості ринку

Критерій	Вага	Діапазон оцінювання		
		низьке	середнє	високе
Доступність	Експертно	Експертно	Експертно	Експертно
Темп зростання	Експертно	< 5 %	5–10 %	>10 %
Цикл життя	Експертно	< 2 років	2–5 років	> 5 років
Прибуток	Експертно	< 15 %	15–25%	> 25%
Гострота конкуренції	Експертно	Олігополія структурна	Конкуренція неструктурна	Розпорошена конкуренція
Нецінова конкуренція	Експертно	Товар стандартний	Товар слабо диференційований	Товар сильно диференційований
Конкуренція клієнтів	Експертно	< 2 000	2 000–5 000	>5 000

Таблиця 4.5 – Індикатори конкурентоспроможності

Критерій	Вага	Діапазон оцінювання		
		низьке	середнє	високе
Віднесення частки ринку	Експертно	< 1/3 лідера	>1/3 лідера	Лідер
Витрати	Експертно	> прямого конкурента	= прямому конкурентові	< прямого конкурента
Відмінна властивість	Експертно	Товар стандартизований	Товар диференційований	Товар унікальний
Технологія	Експертно	Освоюється насилу	Освоюється легко	Освоєна повністю
Метод продажів	Експертно	Посередники не контролюються	Посередники контролюються	Прямі поставки
Імідж	Експертно	Відсутній	Середній	Сильний

Система парних порівнянь приводить до результату, що може бути зображений у вигляді обернено симетричної матриці. Елементом цієї матриці a_{ij} є інтенсивність впливу i -го чинника щодо j -го оцінюваного за шкалою інтенсивності від 1 до 5, де оцінювання мають такий сенс:

- 1) однакова важливість;

- 2) помірна перевага однієї над іншою;
- 3) істотна або сильна перевага;
- 4) значна перевага;
- 5) дуже сильна перевага.

Відносна важливість кожного окремого нормалізованого чинника визначається оцінювання відповідного йому елемента власного вектора матриці пріоритетів. Процедура визначення власних векторів матриць піддається наближенню за допомогою обчислення середньої геометричної величини.

Основні переваги матриці Мак Кінзі

2. У цій матриці розглядається більше параметрів, ніж у матриці БКГ.
3. Фактори в цій матриці є динамічними.
4. Застосовується в усіх фазах життєвого циклу.
5. Розглядає більшу кількість стратегічних рішень.

Основні недоліки та обмеження матриці Мак Кінзі

1. Труднощі з урахуванням меж та масштабів ринку.
2. Матриця дозволяє лише передбачити майбутнє ринку, але вона не може побудувати його самостійно.
3. Статистичний характер моделі.
4. Суб'єктивність оцінювання.
5. Загальний характер рекомендацій.
6. Труднощі у виборі стратегій із можливих варіантів.

5.5 Модель І. Ансоффа (Ansoff's growth strategy matrix)

Матриця І. Ансоффа вперше була представлена в 1957 році в Harvard Business Review та носить назву «товар-ринок» [9]. Матриця систематизує наявну інформацію про ринок та товар компанії. Ця модель використовує дві характеристики: ринок, на якому бажає функціонувати компанія, та товар, який планує продавати компанія. Згідно методу Ансоффа параметром, який впливає на вибір необхідної стратегії зростання є новизна ринку або товару для компанії.

I. Ансофф у своїй моделі виділив 4 можливих стратегії зростання бізнесу (таблиця 4.6).

Таблиця 4.6 – Матриця I. Ансоффа

Ринок	Товар	
	існуючий	новий
Існуючий	1 Глибоке проникнення на ринок	3 Абсолютно новий ринок
Новий	2 Розширення ринку	4 Диверсифікація

1 Стратегія проникнення на ринок (market penetration strategy). Зростання буде відбуватися в напрямі збільшення частки нинішнього товарного ринку. Збільшення продажів товарів на раніше освоєних ринках, що випускаються, – це безпечна стратегія збільшення частки ринку.

2 Стратегія розвитку ринку (market development strategy). Компанія буде зростати за рахунок розвитку попиту на нових ринках. Розроблення нових або модифікація існуючих товарів на вже існуючих ринках.

3 Стратегія розвитку товару (product development strategy). Джерелом зростання кампанії є зростання попиту на нові продукти. Продаж існуючих товарів на нових ринках або новим покупцям.

4 Стратегія диверсифікації (diversification strategy). Оновлення товарного ряду та вихід на нові ринки одночасно. Нові товари на нових ринках – це найризикованіша стратегія. Сегменти ринку, в які вступає фірма, не є суміжними для існуючого бізнесу, а отже, починати доводиться з нуля.

Практика західного менеджменту показує, що ймовірність успіху окремих стратегій зростання неоднакова внаслідок зменшення синергетичного ефекту, а саме: для існуючого товару на існуючому ринку ефект становить 50 %, для нового товару на існуючому ринку – 33 %, для існуючого товару на новому ринку – 20 %, для нового товару на новому ринку – 5 %.

Перевага матриці Ансоффа полягає в простоті та наочності представлення можливих стратегій, а до недоліків необхідно віднести односторонню орієнтацію на зріст та врахування лише двох факторів.

5.6 Матриця Д. Абеля (Abell)

Модель Д. Абеля є подальшим розвитком матриці І. Ансоффа, в якій запропоновано знаходити сферу бізнесу в трьох вимірах: характеристика потреб покупців, сегменти ринку та технології, що використовують при розробленні та виробництві продуктів. На першому етапі на схемі встановлюється положення початкового бізнесу. Потім здійснюючи рух за трьома напрямками, фірма може знайти нові сегменти ринку впровадження своєї продукції при скороченні витрат виробництва за рахунок зміни технології виробництва та збуту продукції.

Таким чином, набір можливих стратегічних напрямів розвитку бізнесу розширюється. При цьому виникає задача знаходження критеріїв вибору найбільш привабливої галузі.

Першим критерієм є відповідність досліджуваної сфери загальному напрямку діяльності фірми. Цей критерій дозволяє використовувати синергетичний ефект у технології та маркетингу.

Другим критерієм вибору є привабливість сфери та «сила» бізнесу. Привабливість сфери оцінюється за двома факторами: привабливість ринку та технологічна складність. «Сила» бізнесу визначається ринковими перевагами продукту та синергетичним ефектом компанії в області технології та маркетингу. Схематично цей критерій подано в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Стратегії розвитку бізнесу

Привабливість сфери	«Сила» бізнесу	
	Незначна	Велика
Мала	Шанси великого ризику	Добрі шанси
Велика	Консервативні шанси	Шансів немає

Враховуючи, що метод Абеля використовує три критерії розвитку бізнесу, ми одержуємо істотно більше сценарії знаходження фірми на ринку. Задача полягає у виборі оптимальної стратегії діяльності фірми.

4.7 Модель компанії Шелл (Shell)

Однією з моделей стратегічного аналізу є «матриця спрямованої політики» (МСП). Ця модель розроблена компанією Шелл та є розвитком моделей БКГ та Мак Кінзі [13]. Вона базується на кількісних та якісних оцінюваннях параметрів бізнесу та є двофакторною моделлю (перспективи галузі бізнесу/конкурентоспроможність бізнесу) з розміром матриці 3x3 [5]. Ця модель оцінює одразу як потік грошової маси (матриця БКГ), так і віддачу від інвестицій (матриця Мак Кінзі). Схематично модель компанії Шелл подано в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Матриця спрямованої політики компанії Шелл

Привабливість галузі	Сила позицій бізнесу		
	Низька	Середня	Висока
Висока	Подвоїти об'єм виробництва або згортати бізнес	Стратегія посилення конкурентних переваг	Стратегія лідерства в цьому бізнесі
Середня	Продовжувати бізнес з обережністю або частково його згортати	Продовжувати бізнес із обережністю	Стратегія зростання
Низька	Стратегія згортання бізнесу	Стратегія часткового згортання	Стратегія генерації грошової готівки

Основна ідея матриці Шелл полягає в тому, що загальна стратегія фірми повинна забезпечувати баланс між грошовим надлишком та його дефіцитом. Ця матриця орієнтує на перерозподіл певних фінансових потоків із бізнес-сфер, що породжують грошову масу, в бізнес-області з високим потенціалом віддачі в майбутньому.

4.8 Модель Портера

Модель «П'ять конкурентних сил» М. Портера була побудована в 1979 році [15]. Вона аналізує конкурентні позиції фірми за допомогою п'яти структурних одиниць (рисунок 4.2). Визнаний лідер конкурентного аналізу, професор Гарвардської школи бізнесу М. Портер, запропонував для розгляду п'ять таких чинників:

- 1) загроза появи нових конкурентів;
- 2) загроза появи товарів-замінників, виробництво яких засновано на іншій технології;
- 3) ринкова сила споживачів;
- 4) ринкова сила постачальників;
- 5) конкуренція серед постачальників.

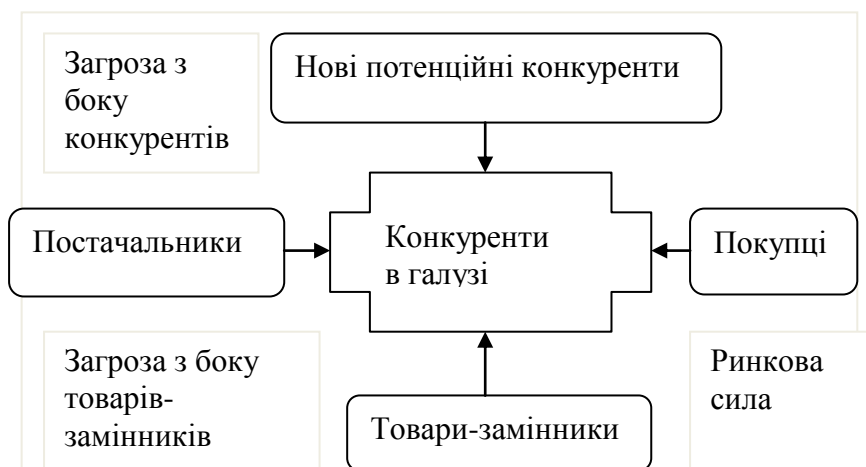


Рисунок 4.2 – Модель «П'ять конкурентних сил» М. Портера

На базі цієї схеми М. Портер побудував надзвичайно корисну модель привабливості галузі та можливих її змін із часом. Ці зміни відбуваються як у результаті дії об'єктивних економічних чинників, так і внаслідок амбіцій її учасників.

На основі описаної моделі М. Портер виділив три основні стратегії:

- 1) стратегія лідерства в зниженні витрат (для товару, що має масовий попит і орієнтований на ринок);
- 2) стратегія диференціації продукту (для унікального товару – часто з торговельною маркою);
- 3) стратегія фокусування (зосередження на одному із сегментів ринку).

Кожна з перелічених стратегій вимагає наявності економічних ресурсів і планування діяльності фірми.

Модель Портера відображає конкуренцію між фірмами в галузі та показує стан конкурентного оточення в конкретний момент часу. Зробити динамічний аналіз за цією моделлю неможливо. Результати цієї моделі можна використовувати в подальших розрахунках для прогнозного оцінювання конкурентного положення на базі PEST- та SWOT-аналізів.

На основі моделі Портера можна зробити такий висновок: для успішного протистояння конкурентним силам необхідно розробити таку стратегію, яка огородила би компанію від п'яти конкурентних сил Портера та надасть їй конкурентну перевагу в галузі.

4.9 Діловий комплексний аналіз (модель PIMS)

Метод PIMS (Profit Impact of Marketing Strategy) (метод PIMS – «вплив ринкової стратегії на прибуток») дозволяє знайти кількісні закономірності впливу факторів виробництва на кінцеві результати діяльності організації, такі як: рентабельність, прибуток та ін. Цей метод використовує багатфакторні регресійні моделі для знаходження виробничих, організаційно-економічних, ринкових факторів та їх відносний вплив на кінцевий показник [8]. Проект реалізується Інститутом стратегічного планування в Кембриджі, який містить інформацію приблизно 3 000 самостійних підрозділів декількох сотень корпорацій США, Канади, Східної Європи, для кожного з яких зібрана інформація приблизно за 450 показниками. Останнім часом цей метод розвивається в напрямку створення моделей, що враховують підвищення якості продукції.

Ключовою теоретичною тезою проекту PIMS, яка підтверджена емпіричними випробуваннями, є те, що ефективність функціонування будь-якої господарської організації, незалежно від її галузевої належності, розміру, специфіки продукції що випускається, географічного положення визначається загальними для всіх виробництв факторами. У результаті аналізу баз даних про функціонування підприємств були знайдені 37 факторів, що в сукупності на 80 % пояснюють відмінності в показниках ефективності господарських організацій.

Найбільш істотними з них є такі показники: капіталоемність, відносна якість продукції, продуктивність, конкурентна позиція бізнесу, низькі витрати на одиницю продукції (ефект дослідної кривої), вертикальна інтеграція, інновації і т. ін.

У реальній господарській практиці стратегічні фактори взаємозалежні. В проекті PIMS ця залежність відображається у вигляді двовимірних матриць за осями яких відображені 3–5 рівнів (якісних характеристик) факторів що розглядаються. Такими факторами можуть бути: ціна – якість, рівень якості – частка ринку, рівень якості – інтенсивність інвестицій, частка ринку – дохід від інвестицій та ін. Одне з можливих відображень подано в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Залежність величини доходу від частки ринку

Вид операції	Частка ринку, %				
	< 7	7–14,9	15–22,9	23–38	> 38
Дохід від інвестицій, %	10	16	21	23	33

Фахівці PIMS стверджують, що найбільш важливим фактором, що впливає на результат функціонування фірми є якість товарів та послуг. Вони стверджують, що ринкові лідери зазвичай випускають продукцію більш якісну, ніж їх конкуренти. Тому ефективною може бути стратегія збереження існуючої частки ринку.

Для кожної конкретної організації зміни у кількісних оцінюваннях значущих факторів, а також їх комбінація інтерпретується PIMS як стратегія розвитку.

Аналізуючи дані одержані за моделлю PIMS та реальні дані діяльності підприємства на ринку, менеджер підприємства створює підсумковий звіт, в якому надаються пропозиції щодо оптимізації роботи підприємства.

Формальний аналіз у рамках моделі PIMS (та інших моделей) не дозволяє враховувати такі якісні параметри, як стиль та методи керівництва, мотивація персоналу підприємства, роль інновацій та ін. Проект PIMS є основою для прийняття управлінських рішень. Він дозволяє кожній організації використовувати досвід інших, а також вибирати такі напрями діяльності, які забезпечують високі доходи. Цей проект може бути застосований до високорозвинених відносно стійких видів ринків та бізнесу.

Список використаної літератури

1. Ансофф И. Стратегическое управление / И. Ансофф. – М. : Экономика, 1989. – 519 с.
2. Бест Р. Маркетинг потребителя / Роджер Бест ; пер. с англ. Сергея Памфилова и Натальи Брагиной ; под ред. Павла Миронова ; Стокгольмская школа экономики. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2008. – 760 с (книги Стокгольмской школы экономики).
3. Брюс Д. Хендерсен. Продуктовый портфель / Д. Хендерсен Брюс // Бостонская консалтинговая группа BCG Review : Дайджест. – М. : Бостонская консалтинговая группа, 2008. – В. 02. – С. 7–8.
4. Ефремов В. С. Классические модели стратегического анализа и планирования: модель ADL/LC / В. С. Ефремов // Менеджмент в России и за рубежом. – 1998. – № 1. – С. 117–130.
5. Ефремов В. С. Классические модели стратегического анализа и планирования: модель Shell/DPM / В. С. Ефремов // Менеджмент в России и за рубежом. – 1997. – № 11/12. – С. 03–110.
6. Ефремов В. С. Стратегия бизнеса. Концепции и методы планирования М. : Изд-во «Финпресс», 1998, 192с.
7. Ефремов В. С. Классические модели стратегического анализа и планирования: модель GE/McKensey / В. С. Ефремов // Менеджмент в России и за рубежом. – 1997. – № 9/10. – С. 82–93.

8. Карлоф Б. Деловая стратегия / Б. Карлоф ; пер с англ. Науч ред. и авт. послесл. В. А. Приписнов. – М. : Экономика, 1991. – 239 с.
9. Ansoff I. H. Strategies for Diversification // Harvard Business Review. Vol. 35. Sept.-Oct. P113–124, 1957.
10. Boston Consulting Group, Perspectives on Experience. Boston, Mass.: The Boston Consulting Group, 1972.
11. Carl W. Stern and George Stalk Jr. (eds.): Perspectives on Strategy from The Boston Consulting Group, 1998.
12. David J. Collis, Andrew Campbell and Michael Goold. Harvard Business Review on Corporate Strategy (Harvard Business Review Paperback Series).
13. Hichens R. E., Robinson S. J. Q. and Wade D. P. The Directional Policy Matrix: Tool for strategic Planning. Long Range Planning, Vol. 11 (June 1978), P. 8–15.
14. Osel Roger R. and Wright Robert V. L. Allocating resources: How to Do It in Multi-Industry Corporations. Handbook of Business Problem Solving. New York: McGraw-Hill. 1980.
15. Porter M. E. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. N.Y.,: The Free Press, 1980.

Тема 5 Імітаційне моделювання економічних процесів

5.1 Поняття процесу та види імітаційного моделювання (ІМ)

Імітаційне моделювання (ситуаційне моделювання) – метод, що дозволяє будувати моделі, що описують процеси так, як вони проходили б у дійсності. Таку модель можна «програти» в часі як для одного випробування, так і заданого їх безлічі. При цьому результати будуть визначатися випадковим характером процесів. За цими даними можна одержати достатньо стійку статистику [15].

ІМ – це метод дослідження, за якого система, яку ми вивчаємо з достатньою точністю замінюється моделлю, з якої проводяться експерименти для одержання інформації про цю систему. Експериментування з моделлю називають імітацією (імітація – це збагнення суті явища, не вдаючись до експериментів на реальному об’єкті).

ІМ – це окремий випадок математичного моделювання. Існує клас об’єктів, для яких з різних причин не розроблені

аналітичні моделі, або не розроблені методи рішення одержаної моделі. У цьому разі аналітична модель замінюється імітатором або імітаційною моделлю.

ІМ іноді називають одержання приватних чисельних рішень сформульованої задачі на основі аналітичних рішень або за допомогою чисельних методів.

Імітаційна модель – логіко-математичний опис об'єкта, який може бути використаний для експериментування на комп'ютері в цілях проектування, аналізу та оцінювання функціонування об'єкта.

ІМ – це найпоширеніший різновид аналогового моделювання, реалізованого за допомогою набору математичних інструментальних засобів, спеціальних імітаційних комп'ютерних програм і технологій програмування, що дозволяють за допомогою процесів-аналогів провести цілеспрямоване дослідження структури і функцій реального складного процесу в пам'яті комп'ютера в режимі «імітації», виконати оптимізацію деяких його параметрів [12].

ІМ називається спеціальний програмний комплекс, що дозволяє імітувати діяльність будь-якого складного об'єкта. Він запускає в комп'ютері паралельні взаємодіючі обчислювальні процеси, що є за своїми часовими параметрами (з точністю до масштабів часу і простору) аналогами досліджуваних процесів. ІМ – це чисто комп'ютерна робота, яку неможливо виконати підручними засобами. Тому часто для цього виду моделювання використовується синонім комп'ютерне моделювання.

Для створення ІМ необхідно спеціальне програмне забезпечення – система моделювання. Специфіка такої системи визначається технологією роботи, набором мовних засобів, сервісних програм і прийомів моделювання.

ІМ повинна відображати велике число параметрів, логіку й закономірності поведінки модельованого об'єкта в часі (тимчасова динаміка) і в просторі (просторова динаміка).

Види імітаційного моделювання [15]

Агентне моделювання – відносно нове (1990-ті роки ХХ ст. – 2000-ні рр.) Напрямок в імітаційному моделюванні, що

використовується для дослідження децентралізованих систем, динаміка функціонування яких визначається не глобальними правилами і законами (як в інших парадигмах моделювання), а навпаки, коли ці глобальні правила і закони є результатом індивідуальної активності членів групи. Мета агентних моделей – одержати уявлення про ці глобальні правила, загалом поведінку системи, виходячи з припущень про індивідуальний, приватному поведінці її окремих активних об'єктів і взаємодії цих об'єктів в системі. Агент – якась сутність, що володіє активністю, автономною поведінкою, може приймати рішення відповідно до деяких наборів правил, взаємодіяти з оточенням, а також самостійно змінюватися.

Дискретно-подієве моделювання – підхід до моделювання, що пропонує абстрагуватися від безперервної природи подій і розглядати лише основні події, що моделюються, такі, як: «очікування», «обробка замовлення», «рух із вантажем», «розвантаження» та ін. Дискретно-подієве моделювання найбільш розвинене і має величезну сферу додатків – від логістики та систем масового обслуговування до транспортних і виробничих систем. Цей вид моделювання заснований Джеффри Гордоном (J. Gordon) у 1960-х роках і найбільш підходить для моделювання виробничих процесів.

Системна динаміка – парадигма моделювання, де для досліджуваної системи будуються графічні діаграми причинних зв'язків і глобальних впливів одних параметрів на інші в часі, а потім створена на основі цих діаграм модель імітується на комп'ютері. По суті, такий вид моделювання більше всіх інших парадигм допомагає зрозуміти суть того, що відбувається виявлення причинно-наслідкових зв'язків між об'єктами і явищами. За допомогою системної динаміки будують моделі бізнес-процесів, розвитку міста, моделі виробництва, динаміки популяції, екології та розвитку епідемії. Метод заснований Джемс Форрестером (Jay W. Forrester) у 1950 роках.

Переваги та недоліки ІМ [5]

ІМ доцільно застосовувати за наявності умов:

- не існує закінченої математичної постановки даної задачі (наприклад, модель багатофазових, багатоканальних систем масового обслуговування);
- аналітичні методи є, але дуже складні і трудомісткі, а ІМ дає більш простий спосіб вирішення;
- аналітичні рішення є, але їх реалізація неможлива через недостатню підготовку наявного персоналу. В цьому разі зіставляються витрати на роботу з ІМ і витрати на запрошення фахівців зі сторони;
- крім оцінки певних параметрів необхідно здійснювати спостереження за ходом процесу впродовж певного періоду;
- ІМ може бути єдиною можливим унаслідок труднощів поставлення експерименту і спостереження явищ у реальних умовах (спостереження за поведінкою космічних кораблів);
- може знадобитися стиснення шкали часу (як уповільнення, так і прискорення; наприклад, дослідження проблеми розвитку міст).

Перелічені вище умови можна визначати як значущі переваги застосування імітаційних моделей. Так само можна помітити, що ІМ є неперевершеним засобом створення засобів навчання у вигляді тренажерів, симуляторів і т. д. За допомогою ІМ можна розіграти реальні процеси і ситуації, що допоможуть досліднику зрозуміти й відчути проблему, що стимулює процес пошуку нововведень. Завдяки цьому близько 30 % з усіх використовуваних на практиці моделей є ІМ.

Разом із тим ІМ має низку недоліків:

- ІМ являє собою досить дорогий процес, що вимагає істотних витрат часових ресурсів і залучення висококваліфікованих фахівців;
- у процесі моделювання не має можливості одержати точний результат. При цьому оцінювання точності може бути виконана шляхом аналізу чутливості моделі до зміни певних параметрів;
- ІМ насправді не відображає повного стану речей. Цей факт необхідно враховувати при аналізі досліджуваного об'єкта (процесу).

5.2 Типові завдання імітаційного моделювання

Моделювання об'єктів економіки пов'язане з поняттям фінансової динаміки об'єкта. З точки зору фахівця (інформатика-економіста, математика-програміста або економіста-математика), ІМ контрольованого процесу або керованого об'єкта – це високорівнева інформаційна технологія, що забезпечує два види дій, що виконуються за допомогою комп'ютера [12]:

- 1) роботи із створення або модифікації ІМ;
- 2) експлуатацію ІМ та інтерпретацію результатів.

Імітаційне (комп'ютерне) моделювання економічних процесів зазвичай застосовується в двох випадках:

- для управління складним бізнес-процесом, якщо ІМ керованого економічного об'єкта використовується як інструментальний засіб у контурі адаптивної системи управління, що створюється на основі інформаційних (комп'ютерних) технологій;
- при проведенні експериментів із дискретно-безперервними моделями складних економічних об'єктів для одержання і відстеження їх динаміки в екстрених ситуаціях, пов'язаних із ризиками, натурне моделювання яких небажано або неможливо.

Можна виділити такі основні типові завдання, що вирішуються засобами ІМ при управлінні економічними об'єктами:

- моделювання процесів логістики для визначення тимчасових і вартісних параметрів;
- управління процесом реалізації інвестиційного проекту на різних етапах його життєвого циклу з урахуванням можливих ризиків і тактики виділення грошових сум;
- аналіз клірингових процесів у роботі мережі кредитних організацій;
- прогнозування фінансових результатів діяльності підприємства на конкретний період часу (з аналізом динаміки сальдо на рахунках);
- бізнес-реінжиніринг неспроможного підприємства (зміна структури і ресурсів підприємства-банкрута, після цього за допомогою ІМ можна зробити прогноз основних фінансових результатів і дати рекомендації про доцільність того чи іншого

варіанта реконструкції, інвестицій або кредитування виробничої діяльності);

- аналіз адаптивних властивостей і живучості комп'ютерної регіональної банківської інформаційної системи;
- оцінювання параметрів надійності та затримок у централізованій економічній інформаційній системі з колективним доступом;
- аналіз експлуатаційних параметрів розподіленої багаторівневої відомчої інформаційної керуючої системи з урахуванням неоднорідної структури, пропускнуєї спроможності каналів зв'язку та недосконалої фізичної організації розподіленої бази даних у регіональних центрах;
- моделювання дій кур'єрською (фельд'єгерською) вертолітною групою в регіоні, яка постраждала в результаті природної катастрофи або великої промислової аварії;
- аналіз роботи автотранспортного підприємства, яке займається комерційними перевезеннями вантажів, з урахуванням специфіки товарних і грошових потоків у регіоні;
- розрахунок параметрів надійності та затримок оброблення інформації в банківській інформаційній системі;
- та інше.

5.3 Структура, класифікація та основні етапи імітаційного моделювання

Структура імітаційних моделей

Математична структура моделі може бути дуже складною, проте в загальному вигляді її математично можна подати у вигляді [2]:

$$E = f(x_i, y_i) \quad ,$$

де E – результат дії системи; x_i – змінні та параметри, якими ми можемо управляти; y_i – змінні та параметри, якими ми управляти не можемо.

Майже кожна модель являє собою деяку комбінацію таких складових, як компоненти, змінні, параметри функціональної залежності, обмеження, цільові функції.

Компоненти – складові частини, що за відповідного об'єднання утворюють систему. Наприклад, модель міста може складатися з таких компонентів, як система освіти, система охорони здоров'я, транспортна система і т. ін.

Параметри – величини, які експериментатор, який працює з моделлю, може вибирати довільно, на відміну від змінних, які можуть набувати лише значення, що визначаються видом функції. У моделях систем прийнято розділяти змінні на екзогенні та ендогенні. Ендогенними називаються змінні, зміна яких відбувається всередині модельованої системи, на відміну від екзогенних, що вводяться в модель ззовні. Ендогенні величини називають також вихідними.

Функціональні залежності описують поведінку змінних і параметрів у межах компонента або висловлюють співвідношення між компонентами системи. Зазвичай ці співвідношення можна будувати лише на основі гіпотез або виводити за допомогою статистичного або математичного аналізу.

Обмеження встановлюють межі зміни значень змінних або обмежують умови розподілу і витрачання тих чи інших засобів. Вони можуть вводитися або розробником (штучні обмеження), або самою системою внаслідок притаманних їй властивостей (природні обмеження).

Цільова функція, або функція критерію – це точне відображення цілей або завдань системи і необхідних правил оцінювання їх виконання.

Для економічних систем прийнято виділяти два типи цілей – придбання і збереження. Цілі збереження пов'язані зі збереженням або підтриманням будь-яких ресурсів або станів. Цілі придбання пов'язані з придбанням нових ресурсів (персоналу, замовників, покупців і т. ін.). Чітке визначення цільової функції робить величезний вплив на процес створення моделі і проведення на ній експериментів. Неправильне визначення цільової функції зазвичай веде до неправильних висновків.

Класифікація моделей

За фактом використання в моделі фактора часу моделі поділяються на статичні та динамічні.

Статична імітація – багаторазове повторення розрахунку в різних умовах проведення експерименту на імітаційній моделі, що не включає в себе як змінну часу.

Динамічна модель – вид машинної імітації, розрахунок поведінки моделі впродовж тривалих періодів часу.

За видом використовуваних у моделі змінних моделі поділяють на детерміновані та стохастичні (статистичні).

Детермінована модель – аналітичне подання закономірності, операції і т. п., за яких для цієї сукупності вхідних значень на виході системи може бути одержаний єдиний результат.

Стохастична або статистична модель – вид моделі, що відрізняється від детермінованої тим, що включає в себе в тому чи іншому вигляді випадкові обурення, які відображають імовірнісний характер, що моделюється.

За цільовим призначенням моделі поділяються на моделі структури, функціонування та вартісні (моделі витрати ресурсів).

Моделі структури відображають зв'язки між компонентами об'єкта та зовнішнім середовищем і поділяються на:

- канонічну модель, що характеризує взаємодію об'єкта з оточенням через входи і виходи;
- модель внутрішньої структури, що характеризує склад компонентів об'єкта та зв'язки між ними;
- модель ієрархічної структури (дерево системи), в якій об'єкт (ціле) розчленовується на елементи нижчого рівня, дії яких підпорядковані інтересам цілого.

Моделі функціонування включають широкий спектр символічних моделей, наприклад:

- модель життєвого циклу системи, що описує процеси існування системи від зародження задуму її створення до припинення функціонування;
- моделі операцій, що виконуються об'єктом;
- інформаційні моделі, що відображають у взаємозв'язку джерела і споживачі інформації;
- процедурні моделі, які описують порядок взаємодії елементів досліджуваного об'єкта при виконанні різних операцій, зокрема і процедури прийняття управлінських рішень.

Вартісні моделі, зазвичай, супроводжують моделі функціонування об'єкта і щодо них вторинні, «харчуються» від них інформацією і спільно з ними дозволяють проводити комплексну техніко-економічне оцінювання об'єкта або його оптимізацію за економічними критеріями.

Основні етапи процесу імітації

Роберт Шеннон (R. Shannon) [14] виділяє такі етапи процесу імітації.

1 Визначення системи – встановлення меж, обмежень і вимірників ефективності системи, що підлягає вивченню.

2 Формулювання моделі – перехід від реальної системи до деякої логічної схеми (абстрагування).

3 Підготовка даних – відбір даних, необхідних для побудови моделі, та подання їх у відповідній формі.

4 Трансляція моделі – опис моделі на мові програмування.

5 Оцінювання адекватності – підвищення до прийняттого рівня ступеня впевненості, з яким можна судити щодо коректності висновків про реальну систему, одержаних на підставі звернення до моделі.

6 Стратегічне планування – планування експерименту, який повинен дати необхідну інформацію.

7 Тактичне планування – визначення способу проведення кожної серії випробувань, передбачених планом експерименту.

8 Експериментування – процес здійснення імітації з метою одержання бажаних даних і аналізу чутливості.

9 Інтерпретація – побудова висновків за даними, одержаними шляхом імітації.

10 Реалізація – практичне використання моделі та результатів моделювання.

11 Документування – реєстрація ходу здійснення проекту і його результатів, а також документування процесу створення і використання моделі.

5.4 Математичні основи та основні пакети прикладних програм імітаційного моделювання

Метод Монте-Карло як математична основа ІМ

Багатьом фахівцям термін «метод Монте-Карло» іноді здається синонімом терміна «імітаційне моделювання», що в загальному випадку невірно. ІМ – це більш широке поняття, і метод Монте-Карло є важливим, але далеко не єдиним методичним компонентом ІМ [4].

Згідно з методом Монте-Карло, проектувальник може моделювати роботу тисячі складних систем, що керують тисячами різновидів подібних процесів, і вивчати поведінку всієї групи, обробляючи статистичні дані. Інший спосіб застосування цього методу полягає в тому, щоб моделювати поведінку системи управління на дуже великому проміжку модельного часу (кілька років), причому астрономічний час виконання моделює програми на комп'ютері і може становити частки секунди. Розглянемо метод Монте-Карло докладніше.

У різних завданнях, що зустрічаються при створенні складних систем, можуть використовуватися величини, значення яких визначаються випадковим чином.

Прикладами таких величин є:

- випадкові моменти часу, в які надходять замовлення на фірму;
- завантаження виробничих ділянок або служб об'єкта економіки;
- зовнішні впливи (вимоги або зміни законів, платежі за штрафами та ін.);
- оплата банківських кредитів;
- надходження коштів від замовників.

Як відповідні їм змінні можуть використовуватися число, сукупність чисел, вектор або функція. Однією з різновидів методу Монте-Карло при чисельному рішенні задач, що включають випадкові змінні, є метод статистичних випробувань, який полягає в моделюванні випадкових подій. Метод Монте-Карло заснований на статистичних випробуваннях і за своєю природою є екстремальним, може застосовуватися для вирішення повністю детермінованих завдань, таких як: звернення матриць, рішення диференціальних рівнянь у приватних похідних, відшукування

екстремумів і чисельне інтегрування. При обчисленнях методом Монте-Карло статистичні результати виходять шляхом повторюваних випробувань. Імовірність того, що ці результати відрізняються від справжніх не більше ніж на задану величину, є функція кількості випробувань.

В основі обчислень за методом Монте-Карло покладено випадковий вибір чисел із заданого імовірнісного розподілу. При практичних обчисленнях ці числа беруть із таблиць або отримують шляхом деяких операцій, результатами яких є псевдовипадкові числа з тими самими властивостями, що і числа, одержані шляхом випадкової вибірки. Є велика кількість обчислювальних алгоритмів, що дозволяють одержати довгі послідовності псевдовипадкових чисел.

Застосування методу Монте-Карло може дати істотний ефект при моделюванні розвитку процесів, натурне спостереження яких небажано або неможливо, а інші математичні методи стосовно цих процесів або не розроблені, або неприйнятні через численні застереження і припущення, що можуть призвести до серйозних погрешностей або неправильних висновків.

Основне питання, яке виникає при аналізі одержаних результатів методом Монте-Карло, який обсяг вибірки необхідний, щоб одержати достовірні результати?

Позначимо через X випадкову величину, яка розраховується одноразовим розрахунком за методом ІМ. Нас цікавить її середнє значення (вірніше, оцінювання середнього значення за вибіркою), а також близькість вибіркового середнього до дійсного, відповідного генеральній сукупності.

Знайдемо ймовірність того, що істинне середнє значення генеральної сукупності \bar{X} із заданим рівнем значущості p знаходиться в деякому діапазоні, за формулою

$$\bar{X} = \tilde{X} \pm t_{N-1,p} \sqrt{\frac{\tilde{\sigma}^2}{N}}$$

де \tilde{X} – вибіркоче середнє значення; $\tilde{\sigma}^2$ – вибіркоче дисперсія; p – рівень значущості; N – обсяг вибірки; $t_{N-1,p}$ – критерій Стюдента.

Формула Поллачека – Хинчина

Більшість завдань, що вирішуються методом ІМ, відноситься до так званої «теорії масового обслуговування». Ця теорія досліджує процеси обслуговування деяким пристроєм (наприклад, верстатом, касиром супермаркету і т. ін.) потоку заявок на обслуговування. В ІМ такі запити на обслуговування носять назву «транзактив». Фактично теорія масового обслуговування є підзадачею методів ІМ.

Середній час затримання запитів у черзі на обслуговування обчислюється за формулою Поллачека – Хинчина:

$$t_q = \frac{t_s \rho (1 + c_s^2)}{2(1 - \rho)},$$

де t_q – шукане середнє затримання в черзі; t_s – середній час обслуговування; ρ – завантаження обслуговуючого вузла

($\rho = \frac{t_s}{t_q} \leq 1$); c_s – коефіцієнт варіації часу обслуговування.

Якщо відомо середньоквадратичне відхилення часу обслуговування σ_s , то $c_s = \frac{\sigma_s}{t_s}$.

Формула Поллачека – Хинчина корисна при налагодженні програм ІМ.

Класифікація систем ІМ

Імітаційна модель являє собою комп'ютерну програму, комп'ютерну установку, що описує структуру і відтворює поведінку реальної системи в часі. Імітаційна модель дозволяє одержати докладну статистику про різні аспекти функціонування системи залежно від вхідних даних. Імітаційні моделі можуть створюватися у вигляді програм технологією прямого програмування, а також за допомогою систем комп'ютерного моделювання, поданих на рисунку 5.1.

У системах комп'ютерної математики, технічного та ІМ передбачені можливості створення статистичних (метод Монте-

Карло) імітаційних моделей (генератори випадкових чисел, генератори випадкових величин, розподілів і т. ін.) і комп'ютерних імітаційних моделей складних систем. Нині йде стрімкий розвиток напрямку розроблення інструментальних засобів ІМ.

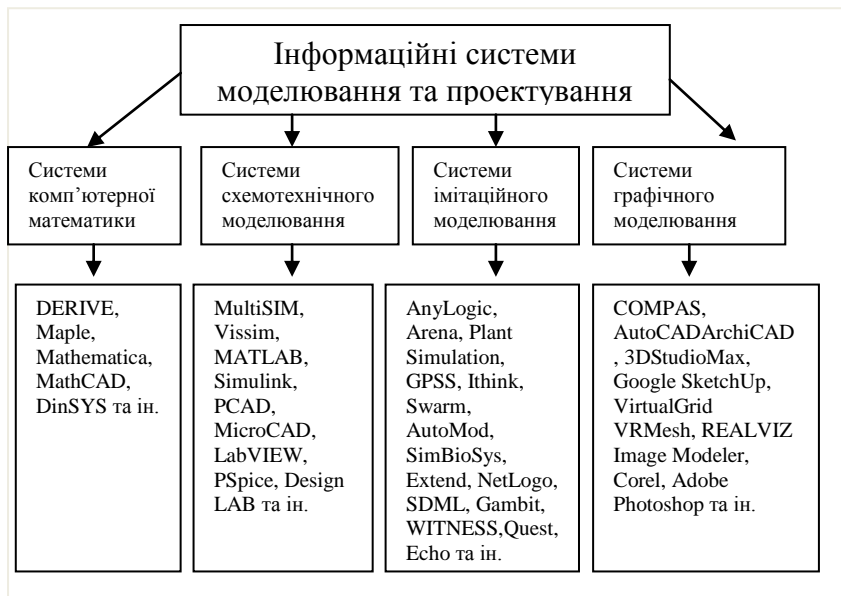


Рисунок 5.1 – Умовна класифікація інформаційних систем моделювання за типом розв’язування задач

- AnyLogic – програмне забезпечення для імітаційного моделювання складних систем і процесів, що дозволяє підтримувати напрям агентного моделювання, дискретно-подієвого моделювання та розроблення моделей системної динаміки;
- GPSS (англ. General Purpose Simulation System – загальноцільова система моделювання) – мова об’єктно-орієнтованого програмування, що використовується для ІМ систем масового обслуговування, різних інформаційних процесів і розроблення імітаційних моделей в мережі Інтернет;
- Arena – програмне забезпечення для ІМ, що дозволяє створювати рухомі комп’ютерні моделі, використовуючи які можна адекватно розробити дуже багато реальних систем. Розробляється компанією Systems Modeling Corporation;

- Plant Simulation – програмне середовище ІМ систем і процесів, призначених для оптимізації матеріалопотоків, завантаження ресурсів, логістики та методу управління для всіх рівнів планування від цілого виробництва і мережі виробництв до окремих ліній і ділянок;
- SimBioSys: С ++ – оболонка агентно-базового еволюційного моделювання в біологічних і суспільних науках;
- системи моделювання SWARM і його розширення MAML (Multi-Agent Modelling Language) для моделювання штучного світу;
- пакетів Ascape (Agent Landscape) і RePast (Recursive Porous Agent Simulation Toolkit), написаних на платформі мови Java, для підтримки агентно-базового моделювання;
- NetLogo і MIMOSE (Micro- and Multilevel Modelling Software) інформаційних систем, призначених для створення імітаційних моделей і технологій моделювання в суспільних науках;
- SPSS, Statistica, Pilgrim, Z-Tree – систем статистичного моделювання для дослідження економічних, педагогічних і психологічних явищ і процесів.

У галузі ІМ реальних об'єктів умовно виділилися чотири основні напрями: моделювання динамічних систем, дискретно-подієвого моделювання, агентне моделювання і системна динаміка. У таблиці 5.1 наведені мови і засоби автоматизації ІМ, які однозначно, а деякі умовно можна віднести до відповідних підходів (методологій) ІМ.

Таблиця 5.1 – Інструментальні засоби імітаційного моделювання

Динамічні системи	Системна динаміка	Дискретне подійне моделювання	Агентне моделювання
Dynamo, PowerSim, MIMIC, АРТОН, MIDAS, PACTOLUS, CSSL, GASP, MATHLAB+Simulink, Multisim, VisSim, LabView, Easy5, MyStudium та ін.	AnyLogic, Arena, SimBioSys, Tecnomatix, Plant Simulation, SimuLab, VenSim, PowerSim, Pilgrim, Dynamo, Stella, Ithink та ін.	AnyLogic, Arena, Extend, PowerSim Studio, Witness, ProModel, Pilgrim, Taylor Simulation, GPSS, SimScript, Quest, SIMULA, SIMUL8, Modelling, SimProcess, AutoMod, Enterprise, Dynamics, FlexSim та ін.	AnyLogic, Swarm+MAML, SimAgent, SimBioSys:C++, Java, AgentSpeak, Oz, TeleScript, RePast, NetLogo, Ascape, Mason та ін.

Найбільш широко використовують закордонні системи ІМ: Arena, GPSS World, платформа ARIS, VISSIM, VISUM, Quest Delmia Solution і ін. ; вільно поширювані й студентські продукти ІМ Simplex3, Plant Simulation, AnyLogic та ін.

Системна динаміка і дискретно-подієве моделювання – традиційні усталені підходи, агентне моделювання – відносно новий підхід. Підхід динамічного моделювання дозволяє побачити поведінку моделі в часі при русі в минуле (для одержання історичного результату) і в майбутнє (для виявлення можливих результатів). При зміні параметрів моделі можна спостерігати причини успіху або невдачі, знаходити оптимальні рішення. Математично системна динаміка і динамічні системи оперують в основному з безперервними в часі процесами, тоді як дискретно-подієве і агентне моделювання – в основному з дискретними.

Для розроблення моделей складних систем за даними підходами використовують середовища імітаційного моделювання: AnyLogic, Pilgrim, Rand Model Designer, розширений редактор GPSS і ін.

5.5 Оцінювання адекватності імітаційної моделі

Якою б складною і повною не була модель, вона тим не менше є наближеним відображенням реального об'єкта і відображає його за певних прийнятих припущеннях. Проте до того часу, поки не доведена адекватність моделі реальній обстановці не можна з упевненістю стверджувати, що за її допомогою вийдуть ті результати, які дійсно характеризують функціонування досліджуваного об'єкта. Оцінювання адекватності й точності математичної моделі будь-якого типу, зокрема й імітаційної, є найважливішим завданням моделювання, так як будь-які дослідження на неадекватній моделі втрачають сенс [8].

Р. Шеннон [14] із цього приводу зробив такий висновок: «Перевірка моделі – етап надзвичайно важливий, оскільки імітаційні моделі викликають враження реальності, і як розробники моделей, так і їх користувачі легко переймаються до них довірою. На жаль, для випадкового спостерігача, а іноді й для фахівця, досвідченого в питаннях моделювання, бувають приховані вихідні

припущення, на основі яких будувалася ця модель. Тому перевірка, виконана без належної старанності, може призвести до катастрофічних наслідків».

Такого процесу, як «випробування» правильності моделі, не існує. Замість цього експериментатор у ході розроблення моделі повинен провести серію перевірок із тим, щоб зміцнити свою довіру до моделі. Оцінювання адекватності моделі полягає в підвищенні до прийняттого рівня ступеня впевненості, з якими можна судити щодо коректності висновків про реальну систему, одержаних на підставі звернення до моделі. Для цього можуть бути використані перевірки трьох видів.

Під час перевірки першого виду необхідно перевірити: чи не буде модель давати просто абсурдні відповіді.

Другий метод оцінювання адекватності моделі називається верифікацією. Верифікація імітаційної моделі – перевірка відповідності її поведінки в припущеннях експериментатора. Це перший етап дійсної підготовки до імітаційного експерименту. Підбираються деякі вихідні дані, для яких можуть бути подані результати прорахунку. Якщо виявиться, що ЕОМ видає дані, що не суперечать тим, які очікувалися при формуванні моделі, отже, модель правильна. Далі переходять до наступного етапу перевірки працездатності моделі – її валідації.

Валідація імітаційної моделі – перевірка відповідності даних, одержуваних у процесі машинної імітації, реальному ходу явищ, для опису яких створена модель. Цей етап полягає в тому, що вихідні дані після розрахунку на ЕОМ зіставляються з наявними статистичними відомостями про систему, що моделюється [4].

Таким чином, питання оцінювання адекватності моделі має дві сторони:

- впевненість у тому, що модель поводить себе таким самим чином, як і реальна система;
- встановлення того, що висновки, одержані з експериментів з моделлю, справедливі і коректні.

Із зростанням адекватності й точності моделі зростають як її вартість, так і цінність для дослідження, у зв'язку з цим доводиться вирішувати питання про компроміс між вартістю

моделі й наслідками помилкових рішень через неадекватність досліджуваного процесу. Оцінювання адекватності й точності моделі являє собою безперервний процес, правильність побудови моделі може бути перевірена лише на практиці за рахунок повторення циклу «побудова моделі – перевірка моделі». Необхідно зазначити, що поняття адекватності моделі не має кількісного вимірювання: модель або адекватне явище, або не адекватне. При цьому природно передбачається, що програма, яка реалізує обчислення за математичною моделлю не містить помилок, вихідні дані введені в машину правильно. Таким чином, модель є достовірною, якщо її концептуальна модель адекватна досліджуваному процесу, математична модель адекватна концептуальному, а точність реалізації математичної моделі на ЕОМ відповідає заданому, тобто похибки розрахунку не перевищують допустимих [8].

5.6 Інтерпретація результатів, одержаних під час реалізації імітаційних моделей

На думку Р. Шеннона [14], ніяке завдання на моделювання не може вважатися успішно завершеним до того часу, поки воно не буде прийняте, зрозуміле і використане. Найбільших невдач, зазнали фахівці, які займаються проблемами управління, були пов'язані і сприйняттям і використанням їх робіт. Роберт Шеннон таким чином розподіляє час, необхідний на проектування і роботу з моделлю: 25 % на постановку задачі, 20 % на збирання та аналіз даних, 30 % на розроблення моделі й 25 % на реалізацію. Найкраща в світі імітаційна модель нічого не варта, поки вона не використана або не схвалена тими, для кого була розроблена. Для більшості фахівців і керівників виробництва інтерес являє не витончена модель і майстерне використання математичних методів, а реальні проблеми й способи їх вирішення.

Інформація, що одержується за допомогою імітаційної моделі, повинна бути одержана для замовника або користувача, які повинні розуміти, як необхідно вчинити або як можна використовувати одержані результати. Якщо йому не ясно, як ці дані можуть допомогти йому або кому-небудь іншому приймати

рішення, то він їх буде просто ігнорувати, і вся робота із створення моделі виявиться безрезультатною.

Будь-яка імітаційна модель повинна дозволяти фахівцеві, що працює з нею, оцінювати рішення, які задовольняють його власними поняттями раціональності, а також можливі результати сформульованих їм стратегій. Користувач моделі, якщо він не є її розробником, вважає, що саме він може найкращим чином одержувати правильні рішення [4].

Щоб мати максимальні шанси успішного застосування результатів імітаційного дослідження, імітаційна модель повинна бути:

- зрозумілою замовнику-користувачеві;
- здатної давати розумні відповіді;
- здатної давати інформацію, що може бути в подальшому використана;
- реалістичною у вимогах до даних;
- здатної відповідати на запитання на кшталт «А що буде, якщо ...?»;
- легко модифікується;
- недорогий при застосуванні.

5.7 Прийняття рішень на основі результатів імітаційного моделювання

Основна мета побудови будь-якої імітаційної моделі – допомогти керівникам підвищити якість управління. Для того щоб надавати їм потрібні дані в потрібній формі й у потрібний час – що допоможе правильно приймати потрібні рішення – необхідно глибоко вникнути як в сам процес прийняття рішень, так і в функції осіб, які приймають рішення [7].

Процес управління в економічній системі можна описати як послідовність таких фаз: планування, організація, облік, регулювання й аналіз. На першій фазі учасники процесу планування розробляють план майбутньої діяльності, на другій – відбувається їх взаємодія, спрямоване на виконання розробленого плану, і на наступних фазах процесу управління здійснюється

облік, регулювання й аналіз виконуваної діяльності, як в процесі її здійснення, так і після її закінчення.

Усі фази процесу управління більшою чи меншою мірою пронизуються процесами прийняття рішень. Ухвалення рішення необхідне тоді, коли норми не визначають однозначно керовану діяльність.

Р. Шеннон на основі глибокого дослідження теорії та практики прийняття рішень зробив дуже важливий для розробників імітаційних систем висновок про те, що існує два різних напрямки таких робіт:

- нормативна теорія прийняття рішень, що описує, як потрібно приймати оптимальні рішення;
- дискриптивна теорія прийняття рішень, що намагається описати, як в дійсності вона приймається.

Два різних підходи в теорії й практиці прийняття рішень можуть утруднити ефективне використання методу ІМ на практиці. Мінімально необхідні й достатні умови існування ситуації прийняття рішень вимагають наявності:

- особи, що приймає рішення (ОПР), яке віддає собі звіт в тому, що проблема існує, і вимагає прийняття рішення;
- виходу або цілі, яких прагне досягти ОПР;
- по крайній мірі двох альтернативних варіантів рішення, які спрямовані на досягнення поставленої мети;
- сумнівів ОПР щодо того, яку з альтернатив слід віддати перевагу;
- середовища або умов, в яких існує проблема.

У цих умовах ОПР:

- усвідомлює необхідність прийняти рішення;
- проводить пошук і оцінювання альтернативних дій;
- вибирає одну або кілька альтернатив, які, на його думку, ведуть до досягнення мети.

Результатом прийняття рішення може бути виконання деякої дії або прийняття ідеї. Легко припустити, що керівник знає про існування невирішеної проблеми, знає, яка це проблема, має намір вирішити її. Проте зазвичай усвідомлення наявності проблеми приходить поступово, у процесі тривалого спостереження керівника за керованою ним системою і обговорення питань, що виникають з колегами і підлеглими.

Роберт Шеннон [14] зазначає: «У адміністраторів виробляється скептичний погляд на необхідність проводити в життя рекомендовані ним рішення, і тому вони схильні не брати до уваги проблеми, що формулюються в недостатньо ясній і чіткій формі. Крім ризику є й інші фактори, що сприяють відхиленню пропонуваного рішення. Один із таких факторів – навчання. Адміністраторів вчать або вони самі приходять до такої думки, що необхідно уникати прийняття рішень, в яких немає необхідності». Оскільки нові рішення зазвичай переривають нормальний хід роботи й створюють додаткову роботу, адміністратори (фахівці) уникають прийняття будь-яких рішень.

Р. Шеннон наводить дуже життєве спостереження: «Нам всім властиво уникати самостійно поставлених питань. Прийняття рішень збуджується: зверху – вищим керівництвом, знизу – підлеглими, власною ініціативою. У першому випадку керівником практично завжди приймається рішення; у другому також приймається рішення, хоча воно іноді може полягати і в тому, щоб не приймати жодного рішення; у третьому ж випадку немає підштовхувального механізму, і такі рішення можуть довго не прийматися без побоювання будь-яких покарань». Якщо прийняте на ходу рішення викликає суперечливі наслідки, керівник може відкласти детальне вивчення проблеми. Він розмірковує так, що з часом становище саме собою виправиться і це позбавить його від «управлінських мук». Боязнь прийняти невірне рішення часто сильніше побоювання можливих несприятливих наслідків неприйняття жодного рішення.

Аналогічний висновок робить і Стаффорд Бір (Anthony Stafford Beer) [3]: «Головна складність полягає в тому, що керуючі далеко не наївні люди; вони добре знають, що в дійсності відбувається. Нерозумно намагатися зверхньо інструктувати їх відносно «реального життя». Але вони звернуться до автора, якщо вважатимуть, що він пояснює важливий для них предмет».

Тому цілі проведення імітаційного експерименту повинні бути сформульовані дуже точно, а їх результати повинні приводити до конкретних результатів щодо вдосконалення роботи системи. Імітаційні моделі повинні створюватися цілеспрямовано для конкретних ОПР і видавати рекомендації в такій формі, в якій вони

будуть цілком і повністю зрозумілі й прийнятні для ОПР. Чим ретельніше сформульована проблема, чим більш продумане планування й проведення дослідження, тим легше пояснити і впровадити одержані результати.

Моделювання прийняття рішень зазвичай здійснюється відповідно до однієї з двох схем, що можна умовно поділити на класичну й нову [7].

Класична схема має глибоке коріння в економічній науці. В її основі лежить передумова абсолютної раціональності агента прийняття рішень. Практично вона зводиться до розгляду процесу прийняття рішень як акту вибору із заданої множини альтернатив, максимізує (мінімізує) однозначний скалярний показник, який і є критерієм оптимальності рішення. На противагу класичної в основі нової схеми прийняття рішення лежить передумова обмеженої раціональності агента прийняття рішень. Ця схема була в основному розроблена в працях Г. Саймона (Herbert A. Simon). Відповідно за цією схемою прийняття рішень розглядається як протяжний у часі багатоетапний процес. Цей процес можна подати у вигляді послідовності таких етапів: збирання інформації, виявлення проблеми, формулювання цілей, генерування альтернатив, оцінювання наслідків реалізації альтернатив, вибір альтернатив. Характеризуючи процес прийняття рішень Г. Саймон зазначив: «Керівні працівники та їх персонал витрачають велику частину свого часу на спостереження за економічним, технічним, політичним і соціальним середовищем для виявлення нових зусиль, що вимагають нових дій. Вони, ймовірно, витрачають ще більшу частину свого часу, індивідуально або спільно, прагнучи відкрити, спроектувати і розробити можливі курси дій для ситуацій, що потребують вирішення. Вони витрачають маленьку частину свого часу на вибір серед альтернатив дій вже розроблених стосовно виявленої проблеми і проаналізованих у термінах їх наслідків».

При розгляді прийняття рішення лише як вибору найкращого (оптимального) рішення із заздалегідь обмеженого безлічі альтернатив найважливіші, творчі етапи цього процесу випадають. Оптимальність рішення є похідною від безлічі альтернатив, з якого виробляється, а саме ця безліч є результатом одного з найважливіших етапів прийняття рішення. Якщо з передумови

абсолютної раціональності впливає, що критерієм вибору альтернатив є їх оптимальність, то з передумови обмеженої раціональності впливає, що їм достатньо обраних альтернатив. Це пов'язано з тим, що процес прийняття рішення багато в чому є пізнавальним процесом, а ресурси, зокрема тимчасові, на таке пізнання завжди обмежені. Причина цьому – в сучасному рівні знань і в готівки матеріальних ресурсах, а також в особистих можливостях суб'єктів процесу прийняття рішень – їх здібностях, зусиллях, досвіді і т. ін.

Найважливішими рисами процесу прийняття рішень, на думку Г. Саймона, є його пізнавальний характер і принципово непереборна багатокритеріальність вибору.

Пізнавальний характер процесу прийняття рішень проявляється в тому, що він фактично являє собою процес усунення або зменшення ступеня невизначеності рішень щодо зовнішнього і внутрішнього середовища. Впровадження в управлінський процес імітаційних систем дозволяє перенести акцент у ньому з аналізу подій, що відбулися, на прогнозування подій, що належить зробити. На думку Стаффорда Біра [3], у процесі розвитку науки про управління докладались зусилля для того, щоб прискорити процес формування фінансової звітності і лише потім прискорити процес реакції на її підсумки. С. Бір так коментує цей процес: «Однак історія залишається історією, чи стосується вона недавніх або давно минулих подій. Безліч економічних установ не може розібратися з тим, що сталося, поки не пройде кілька місяців; навіть кращі з них змушені очікувати, коли дані будуть отримані і проаналізовані. Запізнення існує, і навіть вчорашні дані або показники щойно зроблені свідчать лише тільки про те, що ми були зобов'язані зробити сьогодні або в цю зміну, хоча ясно, що вже пізно. Варто зробити величезні зусилля, щоб прорватися через бар'єр, на якому написано «зараз», із тим, щоб керуючі займалися тим, чим можна управляти, а саме – майбутнім, яким би близьким воно не було. Це краще, ніж вивчати відомості про те, чого вже не можна виправити, а саме – минулим, навіть якщо воно сталося хвилину назад. Звичайно минуле вчить, але на нього не можна вплинути». Використання методології ІМ дозволяє в певних межах змінювати тенденції через їх формування

і підрахувати ймовірність їх збереження в подальшому. Імітаційна модель або модулі підтримки прийняття рішень на її основі призначені для використання як діагностичний інструмент.

На думку С. Біра, традиційно людьми, які здійснюють експерименти, є вчені. Ті, які керують, як завжди вважалося, не можуть собі дозволити експериментування – вони ризикують життями людей, грошима акціонерів і майбутнім своєї справи. Їх рішення можуть бути помилковими, і вони можуть робити помилки; мудрі керівники розглядають подібні помилки, які вже пізно виправляти, як експерименти «за відсутністю кращого» і намагаються витягти з них усе корисне. Але навмисне холоднокровне експериментування ніколи раніше не практикувалося тими, які керують.

Сьогодні завдяки моделюванню на комп'ютерах будь-який тип ситуації може бути промодельований учасниками процесу. Немає ніяких підстав стверджувати, що результати експериментування можуть абсолютно точно передбачити результат. Однак експеримент дозволяє досліджувати реакції системи на різні альтернативні дії з тим, щоб побачити, які сфери проблемні, чутливіші інших за різних дій, пропонованих тими, які керують. Це робиться з метою перевірки того, який напрям дій у ряді близьких подій виявиться вразливішим іншого.

5.8 Основні напрями та перспективи розвитку імітаційного моделювання

ІМ у наш час є одним із основних видів моделювання та дослідження для економічних, виробничих, екологічних, демо- і етнографічних систем, систем масового обслуговування та ін. Воно полягає у створенні моделі-імітатора роботи складних (найчастіше при наявності стохастичних чинників) систем і процесів при неповних знаннях про ряд процесів у модельованих об'єктах.

Аналіз перелічених раніше особливостей формального опису і дослідження складних об'єктів і систем показує, що при моделюванні та управлінні цими об'єктами і системами необхідно базуватися на концепціях і принципах, покладених в основу сучасних технологій системного (комплексного) моделювання.

Більш того, як показує аналіз, при вирішенні актуальних у сучасних умовах проблем структурно-функціонального синтезу гібридних інтелектуальних систем управління (ГІСУ) доцільно розглянути технології системного моделювання, традиційно пов'язані з кількісними обчисленнями, доповнити інтелектуальними інформаційними технологіями, орієнтованими на символічне оброблення інформації [11]. До зазначених інформаційних технологій прийнято відносити:

- технології мультиагентного моделювання;
- технології експертних систем (Expert Systems) або систем, заснованих на знаннях (Knowledge-Based Systems);
- технології нечіткої логіки (Fuzzy Logic);
- технології штучних нейронних мереж (Artificial Neural Networks);
- технології виведення, заснованого на прецедентах CBR (Case Based Reasoning);
- технології природно-мовних систем і онтологій;
- технології асоціативної пам'яті;
- технології когнітивного картування й операційного кодування;
- технології еволюційного моделювання.

Напрями побудови й використання імітаційних моделей:

1) моделі, призначені для виявлення функціональних співвідношень, тобто для визначення природи й закономірностей між двома або кількома факторами, з одного боку, і відгуком системи – з іншого;

2) моделі, призначені для прогнозу, тобто для оцінювання поведінки системи за деякого поєднання робочих умов, зокрема за часом;

3) моделі для експертного оцінювання пропонованої структури або конфігурації системи за запропонованими деякими критеріями або сукупністю аксіом, сформульованих за допомогою експертів. Ця сукупність є як би основою розробленої експертної системи (ядром) ІМ;

4) моделі, що дозволяють зіставляти конкуруючі системи, розраховані на виконання певної функції, або зіставлення різних пропонованих робочих методик, принципів. Ці моделі порівняння альтернатив розробляються для прийняття рішень, розробляються

у вигляді утиліти, запускаються регулярно при прийнятті оперативних рішень;

5) моделі для оптимізації з метою визначення поєднання діючих факторів і їх величин, за яких забезпечується найкращий відгук системи в цілому. Може використовуватися як інструмент для оцінювання та порівняння варіантів передбачуваних змін або вироблення оптимальної стратегії. Ці моделі широко застосовуються при вирішенні завдань управління (планування, проектування) і часто називаються інтерактивними оптимізаційними моделями (системами);

6) моделі віртуальних ігор, призначені для навчання студентів, управлінського персоналу, співробітників. Розроблення моделей віртуальної реальності – інструментів для комп'ютерних імітаційних ігор для різних галузей, військових, економічних, державних і міждержавних відносин;

7) моделі для аналізу чутливості, тобто для виявлення тих факторів, які найбільшою мірою впливають на загальну поведінку системи;

8) моделі, вбудовані у виробничий процес, у технічні та автоматизовані установки, що запускаються автоматично при виконанні відповідних операцій;

9) моделі, створені для динамічної візуалізації (демонстрації) проектного об'єкта з метою аргументації, розроблюються проекти для керівництва або потенційних замовників, які б відтворювали віртуальну ілюзію процесу розвитку системи.

Говорячи про моделювання як дослідного методу, і імітаційного (комп'ютерного) моделювання як його різновиду, необхідно зупинитися на основних сферах застосування, в яких можуть вирішуватися галузеві завдання за допомогою цього методу, про його переваги та особливо – обмеження.

Найактивніше ІМ цікавляться в металургії, нафтогазовій галузі, виробництві будматеріалів, харчових продуктів, у різних сферах масового обслуговування (аеропорти, транспорт, медицина, торговельні підприємства, сфери обслуговування та ін.).

Аналіз результатів показує, що зведений перелік основних сфер застосування виглядає так (2013 рік):

- надання послуг зв'язку, мережі передачі даних;
- управління рухомими (космічними) об'єктами, повітряним і автотранспортним рухом;
- розроблення ситуаційних імітаційних моделей польоту військово-повітряного транспорту;
- організація промислового виробництва (взуттєве, дрібносерійне, збирання персональних комп'ютерів, розроблення програмного забезпечення);
- проектування рибообробних комплексів на судах промислового флоту;
- інформаційне протиборство, блочне шифрування;
- динаміка популяції звірів і тварин;
- регіональні економічні системи;
- лікувально-евакуаційні заходи в авіадивізії;
- податкове та пенсійне законодавство, звернення громадян до органів державного управління;
- підготовка фахівців з управління залізничним транспортом і магістральними трубопроводами;
- дослідження у сфері екосистем (водних, морських, лісових, степових та ін.);
- дослідження демографічних й етнічних систем.

Із сфери застосування ІМ можна сформуваати основні тематичні напрямки імітаційних досліджень:

- теоретичні основи й методологія імітаційного та комплексного моделювання;
- методи оцінювання якості моделей і полімодельних комплексів;
- методи та системи розподіленого моделювання;
- моделювання глобальних процесів;
- розроблення засобів автоматизації та візуалізації ІМ;
- системна динаміка (з обов'язковою наявністю імітаційної складової);
- практичне застосування моделювання та інструментальних засобів автоматизації моделювання, прийняття рішень за результатами моделювання;
- віртуальне й цифрове виробництво – промислове моделювання;
- ІМ у навчанні та освіті.

Застосування ІМ досить повільно розвивається через складність розглянутих об'єктів і трудомісткості створення імітаційних моделей, через відсутність професійних кадрів у сфері ІМ і ряді інших причин. Особливо складно йде справа у сферах соціальних і гуманітарних наук, де слабке застосування методів ІМ може бути пояснено через причини, викладені вище, нелінійністю й багатofакторністю соціальних процесів, складністю взаємозв'язків, а також через необґрунтовані очікування, що покладалися на модель, які не можуть виправдатися в реальності.

Список використаної літератури

1. Акопов А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для академ. бакалавр / А. С. Акопов. – М. : Изд. Юрайт, 2015. – 389 с.
2. Аристов С. А. Имитационное моделирование экономических систем : учеб. пособие / С. А. Аристов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2004. – 121 с.
3. Бир С. Мозг фирмы / С. Бир. – М. : Радио и связь, 1993. – 416 с.
4. Бочаров Е. П. Имитационное моделирование экономических процессов : учеб. пособие / Е. П. Бочаров, О. Н. Алексенцева ; Саратовский социально-экономический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г. В. Плеханова». – Саратов, 2014. – 160 с.
5. Духанов А. В. Имитационное моделирование сложных систем : курс лекций / А. В. Духанов, О. Н. Медведева ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 115 с.
6. Емельянов А. А. Имитационное моделирование экономических процессов : учеб. пособие / А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
7. Ефимов В. М. Имитационная игра для системного анализа управления экономикой / В. М. Ефимов. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат., 1988. – 256 с.
8. Иозайтис В. С. Экономико-математическое моделирование производственных систем / В. С. Иозайтис, Ю. А. Львов. – М. : Высшая школа, 1991. – 192 с.
9. Каталевский Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении : учеб. пособие / Д. Ю. Каталевский. – М. : Изд. дом «Дело» РАНХиГС, 2015. – 496 с.
10. Куприяшкин А. Г. Основы моделирования систем : учеб. пособие / А. Г. Куприяшкин ; Норильский индустр. ин-т. – Норильск : НИИ, 2015. – 135 с.

11. Маликов Р. Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6 : учеб. пособие / Р. Ф. Маликов. Уфа : Изд-во БГПУ, 2013. – 296 с.
12. Нохрина Г. Л. Имитационное моделирование экономических процессов : курс лекций / Г. Л. Нохрина ; ФГБОУ ВПО «Уральский гос. Лесотехнический ун-т». – Екатеринбург, 2013. – 43 с.
13. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технологии / Ю. И. Рыжиков. – СПб. : КОРОНА принт; М. : Альтекс-А, 2004. – 384 с.
14. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем / Р. Шеннон. – Искусство и наука. – М. : Мир, 1978. – 417 с.
15. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное_моделирование.

Навчальне видання

Олійник Віктор Михайлович

МОДЕЛЮВАННЯ ЕМЕРДЖЕНТНОЇ ЕКОНОМІКИ

Конспект лекцій
для студентів спеціальності
051 «Економіка»
денної форми навчання

Відповідальний за випуск О. В. Кузьменко
Редактор Н. М. Мажуга
Комп'ютерне верстання В. М. Олійника

Підписано до друку 08.01.2019, поз. 9.
Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 12,09. Обл.-вид. арк. 11,56. Тираж 6 пр. Зам. №
Собівартість видання грн к.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.