

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Кафедра
економічної кібернетики

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

Моделювання ризиків в економіці та бізнесі

для студентів спеціальності
8.03050201 та 7.03050201 “Економічна кібернетика”
всіх форм навчання

Тернопіль
2014

Конспект лекцій з дисципліни “Моделювання ризиків в економіці та бізнесі” для студентів спеціальності 8.03050201 та 7. 03050201 “Економічна кібернетика” всіх форм навчання / Укл. С. В. Гринчуцька – Тернопіль, ТНТУ імені І. Пулюя, 2014. 88с.

Укладач: Гринчуцька Світлана Вікторівна

Відповідальний за випуск:

Рогатинський Р. М.,

доктор технічних наук, професор
зав. каф. економічної кібернетики

Конспект лекцій розглянуто і затверджено
на засіданні кафедри економічної кібернетики
Протокол N 1 від 26 серпня 2014р.

Схвалено і рекомендовано до друку
на засіданні методичної комісії
факультету економіки і підприємницької діяльності
Протокол N 1 від 28 серпня 2014р.

ВСТУП

Особливістю сучасного економічного ризику є його тотальність та всеосяжність. Тому економічний ризик належить до фундаментальних понять сучасної економічної теорії та менеджменту.

Об'єкт управління ситуаціями, що постають перед органом управління, характеризується багатоваріантністю розвитку подій і можливістю виникнення непередбачених ситуацій. Тому головними якостями сучасного економіста, фінансиста, управлінця, менеджера є вміння працювати в умовах невизначеності (неповноти інформації), здійснювати раціональний вибір з множини можливих, альтернативних варіантів, здатність йти на ризик у допустимих межах.

Чим складнішим і невизначенішим є соціально-економічне середовище, тим злободеннішими є необхідність урахування ризику, побудова й удосконалення адекватного інструментарію щодо його аналізу, врахування, моделювання та прогнозування. Складність причинно-наслідкових і функціональних зв'язків між елементами ринкового механізму формується під впливом багатьох потужних соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних та інших чинників, які мають різноспрямований характер. Усе це породжує невизначеність, конфліктність, багатокритеріальність, зумовлений ними ризик, який неможливо цілком усунути. Але в цьому й немає жодного сенсу.

Сучасна економічна ризикологія, спираючись на загальну економічну теорію, системний аналіз, економіко-математичні методи і моделі, сформувала свої теоретико-методологічні принципи, нагромадила потужний і гнучкий інструментарій, що знаходить дедалі ширше практичне використання в усіх сферах економічної (господарської) діяльності.

Вивчення студентами основ сучасної економічної ризикології сприятиме виробленню у майбутніх фахівців глибокого розуміння суті економічних явищ і процесів, гнучкого професійного мислення, оволодінню сучасною, що враховує ризик, методологією аналізу та прийняття раціональних рішень, стратегією і тактикою антикризового управління економічним об'єктом в реальних умовах.

АНАЛІЗ РИЗИКУ ТА МЕТОДИ ЙОГО ОЦІНЮВАННЯ

1. Загальні принципи аналізу ризику
2. Кількісний аналіз ризику
 - 2.1. Метод аналогій
 - 2.2. Метод чутливості (вразливості)
 - 2.3. Аналіз ризику методами імітаційного моделювання
 - 2.4. Аналіз ризику можливих збитків

1. Загальні принципи аналізу ризику

Аналіз ризику — це методологія, за допомогою якої невизначеність, властива найважливішим економічним показникам, аналізується й розглядається в контексті майбутніх періодів для оцінки впливу ризику на відповідні результати.

Комплексний аналіз ризику містить:

- якісний аналіз ризику (виявлення факторів ризику, областей ризику, ідентифікація всіх можливих ризиків);
- формування системи кількісних показників рівня ризику;
- кількісний аналіз ризику (чисельне визначення ступеня окремих ризиків та ризику даного проекту в цілому);
- моделювання та прогнозування ризику;
- управління ризиком з метою зниження його впливу.

Необхідність якісного аналізу пов'язана з тим, що:

- а) ризик має бути обґрунтованим і не набувати характеру авантюри;
- б) ризик є тоді, коли існує зацікавленість в результатах економічних рішень.

Ризиковим ситуаціям властиві такі риси:

- наявність альтернатив та необхідність вибору однієї з них;
- наявність невизначеності;
- зацікавленість у результатах;
- можливість оцінити наявні альтернативи – прийняти рішення.

Фактори, що впливають на ступінь ризику, поділяються на об'єктивні й суб'єктивні. Об'єктивні фактори не залежать від фірми (зовнішні): законодавча база, соціально-економічні (політичні, ринкові, митні), природні фактори.

Суб'єктивні фактори безпосередньо залежать від фірми: рівень організації виробництва, можливість забезпечення якості продукції, вибір типу контрактів, ступінь кваліфікації. Наведені факторів тісно пов'язані між собою і мають спільні елементи. Тому їх необхідно розглядати як логічно взаємопов'язані.

Об'єкт ризику — економічна система, для якої умови функціонування й ефективність результатів діяльності точно не відомі.

Суб'єкт ризику — індивід або колектив, зацікавлені в результатах управління об'єктом ризику та ті, що мають компетенцію приймати рішення щодо даного об'єкта.

Загалом, системний підхід заснований на необхідності розглядати всі явища та процеси в їх взаємозалежності, з урахуванням впливу один на одного та зворотного зв'язку.

2. Кількісний аналіз ризику

На практиці проблеми прийняття рішень в умовах невизначеності та конфліктності зумовлюються не концепцією випадковості (стохастики), а є наслідком нечіткості суджень і описуються розпливчастими (нечіткими) множинами, тобто класами множин, у яких неможливо визначити чітку межу, яка відділяла б елементи, що не належать до цього класу.

Для кількісного аналізу ризику використовують ряд методів. Серед них метод аналогій, аналіз чутливості (вразливості), методи імітаційного моделювання, аналіз ризику збитків тощо.

2.1. Метод аналогій

Для аналізу ризику, яким може бути обтяжений, скажімо, новий проект, доцільно виявити дані про наслідки впливу несприятливих чинників ризику якихось близьких за сутністю до раніше виконуваних проектів. Під час використання аналогів застосовують бази даних та знань щодо чинників ризику. Ці бази будуються на матеріалах літературних джерел, пошукових робіт, моніторингу, опитувань фахівців тощо. Одержані дані обробляють, використовуючи відповідний математичний апарат та обчислювальну техніку для виявлення залежностей та з метою врахування потенційного ризику. Проте досить важко створити передумови, у яких ситуації повторювали б минулий

досвід, яким можна було скористатися для нових проектів. Тому метод аналогій може виявитися достатнім лише в простих випадках, а в основному він використовується як допоміжний у низці інших методів.

2.2. Аналіз чутливості (вразливості)

Аналіз чутливості є одним з найпростіших і широковідомих методів урахування чинників невизначеності, характерних для оцінювання проектів у бізнесі. Як правило, він передує аналізу ризиків, бо за його допомогою з'ясовують, які з чинників (параметрів, що оцінюються) стосовно проекту можна віднести до найбільш «ризикованих», тобто таких, що спричиняють найбільшу частку ризиків.

Аналіз чутливості здійснюється в два кроки.

Перший крок — формування моделі (нерідко за допомогою програмно-технічного комплексу). Така модель визначає математичні співвідношення між змінними (параметрами), які стосуються прогнозування (планування) майбутнього. Це алгоритм — система точно визначених правил дії (програма) із зазначенням, як і в якій послідовності ці правила застосовувати до первісних (вихідних) даних певної задачі, щоб одержати її розв'язок (результат).

Адекватна модель — це модель, яка за умови достовірних вихідних даних, що стосуються змінних (аргументів, параметрів), здатна досить точно прогнозувати необхідний результат. Така модель враховує майже усі суттєві чинники щодо об'єкта (проекту), який моделюється, ігнорує несуттєві чинники, а також постулює, на підставі системи відповідних гіпотез, адекватні співвідношення між суттєвими змінними. Дослідження адекватності моделі, крім оцінки її точності, передбачає всебічний змістовий (якісний) аналіз явища (об'єкта) з урахуванням закономірностей, тенденцій, цілей дослідження тощо.

Другий крок — це, власне, аналіз чутливості. Він дає змогу ідентифікувати найважливіші (можливі чинники ризику) змінні в моделі, пов'язані з оцінкою об'єкта (проекту). Його сутність полягає у «вимірюванні чутливості» основних показників, ефективності проекту залежно від випадкової зміни чинників (тієї чи іншої змінної величини параметру).

В якості показників чутливості об'єкта (проекту) щодо зміни тих чи інших чинників слід використовувати показники еластичності.

Еластичність — це міра реагування однієї змінної величини (функції) на зміну іншої (аргумента), а коефіцієнт еластичності — це число, яке показує відсоткову зміну функції в результаті одновідсоткової зміни аргумента.

Коли вираз для показника y відомий і він задається у вигляді дійсної функції від n чинників (аргументів),

$$y = f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1.1)$$

яка визначена в певній області значень цих аргументів, то коефіцієнт еластичності цієї функції щодо змінної $x_j, j = 1, \dots, n$, визначається за формулою:

$$\varepsilon_j = \frac{\Delta y}{y} : \frac{\Delta x_j}{x_j} = \frac{\Delta y}{\Delta x_j} \cdot \frac{x_j}{y}, j = 1, \dots, n. \quad (1.2)$$

Якщо функція $y = f(x)$ неперервна і диференційована в певній області значень аргументів, то коефіцієнтом еластичності буде величина:

$$\varepsilon_j = \frac{\partial y}{\partial x_j} \cdot \frac{x_j}{y}, j = 1, \dots, n. \quad (1.3)$$

Перевага такого показника, як коефіцієнт еластичності, перед іншими полягає у тому, що його величина не залежить від вибору одиниць вимірювання різних чинників. Чим більшим (за модулем) є значення коефіцієнта еластичності, економічного показника, тим вищим буде ступінь чутливості, а отже, й ризик щодо зміни певного чинника, від якого залежить цей показник.

Можна стверджувати, що *ризик, яким обтяжений проект, є тим більшим, чим більшою є вразливість (тобто еластичність) цього проекту до зміни кожного з чинників та чим більшим є інтервал можливих коливань цих чинників (у майбутньому).*

Якщо аналізуються кілька проектів (варіанти певного проекту), то для реалізації повинен бути обраний той варіант, який є менш вразливим щодо випадкової (у майбутньому) зміни цих чинників.

Метод чутливості для аналізу ризику є простим, але дещо обмеженим.

По-перше, він спирається на аналіз впливу на оцінку, зокрема, норми доходу проекту лише окремих чинників (їхнього окремого впливу). Тим часом істотне значення для визначення впливу ризику має їхній інтегральний вплив.

По-друге, аналіз чутливості не враховує взаємозв'язку (взаємозалежності) між цими параметрами (чинниками). Отже, якщо не враховувати суттєві внутрішні взаємозалежності між прогнозованими чинниками (змінними), то результати аналізу ризиків можуть бути деформованими.

2.3. Методи імітаційного моделювання

Як і в методі чутливості аналізу ризику, в цьому випадку також здійснюється оцінка коливань вихідної величини при випадкових змінах вхідних величин, але більш детально, з урахуванням ступеня взаємозалежності випадкових змін вхідних величин. Алгоритм кількісного аналізу ризику за допомогою методів імітаційного моделювання можна розподілити на сім кроків:

Перший крок аналізу полягає у формуванні моделі об'єкта (проекту), що розглядається. Розглянуто у попередньому матеріалі (див. аналіз чутливості).

Другий крок здійснюється з метою визначення ключових аргументів (чинників ризику), зокрема, застосовуючи метод аналізу чутливості. Аналіз вразливості застосований щодо ряду чинників, які входять в нашу модель, не бере до уваги те, наскільки ймовірними є ті чи інші випадкові коливання (значення) чинника ризику (аргумента). Для подальшого аналізу ризику залишаються лише ті чинники, які не є строго детермінованими, а еластичність відповідної функції, пов'язаної з цим чинником (аргументом) є суттєвою.

Третій крок полягає у тому, щоб визначити можливі інтервали відхилень прогнозованих значень параметрів (чинників ризику) від очікуваних (найбільш імовірних). На цьому етапі доречно використовувати статистичні оцінки якості прогнозів.

Четвертий крок полягає у визначенні розподілу ймовірності випадкових (імовірних) значень аргументів (чинників ризику). Він здійснюється паралельно з кроком 3. Під час аналізу ризиків використовується інформація, яка відображає множинність значень випадкових змінних (чинників), що входять у математичну модель і відображають значення відповідних величин у майбутньому (стан економічного середовища) і їхній розподіл.

Підготовка даних та оцінка розподілу ймовірності для відібраних чинників ризику включає як встановлення множини їхніх можливих значень, так і ймовірностей (вагових коефіцієнтів).

П'ятий крок призначений для виявлення взаємозалежності, яка на практиці може існувати між ключовими аргументами (чинниками ризику). Вважається, що дві і більше випадкові змінні корельовані у тому разі, якщо вони змінюються систематично. Ігнорування кореляції може призвести до неправильних результатів в аналізі ризику.

Шостий крок полягає у здійсненні генерації випадкових сценаріїв, які ґрунтуються на системі прийнятих гіпотез щодо чинників ризику згідно з обраною моделлю на кроці 1.

Після того, як всі гіпотези були ретельно досліджені і побудовані відповідні залежності, здійснюється обчислення згідно з обраною на кроці 1 моделлю до тих пір, доки не буде одержана репрезентативна вибірка з нескінченної множини можливих значень ключових аргументів, враховуючи накладені на них обмеження.

Сьомий крок. Після серії «прогонів» можна одержати відносні частоти для підсумкового показника. Результати можуть бути подані у вигляді дискретного чи неперервного закону розподілу результуючого показника як випадкової величини. Після цього обчислюються числові характеристики результуючого показника (сподівана величина показника). Рішення щодо прийняття чи відхилення даного проекту залежить від того, який знак має ця величина. Якщо він додатний, то це є необхідною, але не достатньою умовою, щоб даний проект вважати прийнятним. Якщо знак відповідного показника від'ємний, то такий проект слід відхилити.

Остаточне рішення є об'єктивно-суб'єктивним, тобто залежить від того, як суб'єкт прийняття рішення ставиться до ризику. Загальним правилом під час прийняття рішень є: *слід вибирати об'єкт (проект) з таким розподілом ймовірності норми прибутку, який найкраще відповідає ставленню до ризику суб'єкта (інвестора)*. Якщо інвестор є «ризикованим гравцем», то він гроші швидше всього вкладе у проект з відносно великою віддачею, не звертаючи

особливої уваги на ризик, яким цей проект обтяжений. Якщо ж особа, що приймає рішення, більш обережна (не схильна до ризику), то вона інвестує в проект із скромнішою, але більш гарантованою віддачею.

2.4. Аналіз ризику збитків

Зони ризику збитків

Аналіз ризику можна здійснювати з точки зору ймовірних збитків, що є характерними для будь-якого об'єкта (проекту). Для здійснення цього аналізу вводиться поняття областей (зон) ризику. Виділяють такі зони ризику:

1. Зона допустимого ризику — це область, у межах якої зберігається економічна доцільність підприємницької діяльності (випадкові збитки мають місце, але вони менші сподіваного прибутку від підприємницької діяльності).

2. Зона критичного ризику — це область, де є наявною можливість збитків, які перевищують величину (обсяг) очікуваних прибутків аж до величини розрахункової виручки від підприємницької діяльності. Величина ймовірних збитків у цій зоні перевищує сподіваний прибуток і може призвести до втрати всіх коштів, вкладених підприємцем у справу.

3. Зона катастрофічного ризику — це область можливих збитків, які за своєю величиною (обсягом) перевершують критичний рівень і можуть досягати величини (обсягу) майнового стану підприємця. Катастрофічний ризик може призвести до краху, банкрутства компанії, її закриття і розпродажу її майна.

Функція щільності розподілу ймовірності збитків

Найбільш повне уявлення про ризик дає крива щільності розподілу ймовірності збитків. Типову криву такого виду зображено на рис. 1.1.

Для побудови цієї кривої прийнято такі гіпотези:

1. Ймовірність нульових збитків (можливість їх уникнути) практично дорівнює нулеві, бо мінімальні збитки завжди мають місце.

2. Ймовірність виключно великих збитків практично дорівнює нулеві, бо реальні збитки (у більшості випадків) мають верхню межу.

3. Існує максимальна щільність ймовірності певного рівня збитків, бо природно допустити, що якийсь рівень збитків виявиться найбільш ймовірним.

4. Функція щільності розподілу ймовірності $f(x)$ є неперервною, зростаючою від нуля до свого максимуму та спадною в міру подальшого збільшення рівня можливих збитків.

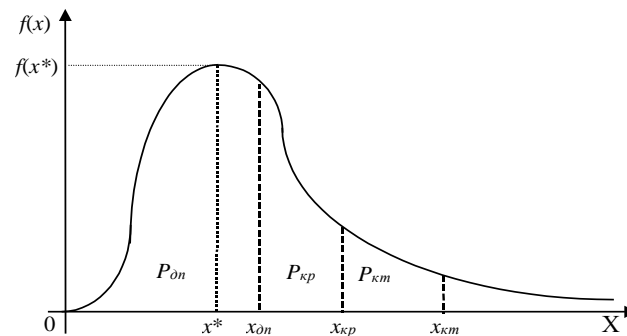


Рис.1.1. Крива щільності розподілу ймовірності збитків

На рисунку 1.1 позначено характерні точки величини можливих збитків:

x^* — точка, що відповідає величині найбільш ймовірного рівня збитків;

$x_{дп}$ — точка, що відповідає величині можливих збитків, за розмірами рівній величині очікуваного (розрахункового) прибутку. Точки $x = 0$ та $x = x_{дп}$ визначають межі зони допустимого ризику;

$x_{кр}$ — точка, що відповідає величині збитків, за розмірами рівній величині повної розрахункової суми виручки. Точки $x = x_{дп}$ та $x = x_{кр}$ визначають межі зони критичного ризику;

$x_{кт}$ — точка, що відповідає величині збитків, за розмірами рівній величині усього майна підприємця. Точки $x = x_{кр}$ та $x = x_{кт}$ визначають межі зони катастрофічного ризику.

Таким чином, визначають переваги, що їх дає кількісний аналіз ризику:

1. Розширює бази даних щодо обґрунтованого прийняття рішень стосовно граничних об'єктів (проектів).

2. Підштовхує до того, щоб здійснювався попередній відбір, наприклад, нових проектів і визначалися інвестиційні можливості.

3. Дозволяє в об'єкті (проекті), що аналізується, виділити області, які вимагають і спрямовують процес подальшого аналізу і збирання (купівлі) додаткової інформації.

4. Заохочує подальший аналіз і перегляд відповідних показників, виражених єдиним числом, в ході детерміністичної оцінки об'єкта, що аналізується.

ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ЗА УМОВ ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ

1. Основні поняття і визначення теми
2. Етапи прийняття управлінських рішень
3. Процедури прийняття рішень
4. Прийняття рішень при додатковому обстеженні ринку
5. Очікувана цінність точної інформації

1. Основні поняття і визначення теми

Методи оптимізації показників є складовими математичних методів, які широко використовуються в економічних дослідженнях. Без цих методів неможливе ефективне планування та управління сучасною економікою. Методи оптимізації показників застосовуються для побудови та якісного аналізу складних макромоделей розвитку економіки та її галузей, схем прогнозу поведінки економічної системи та врахування соціально-економічних факторів, виробництва, споживання та обміну, моделей ціноутворення, інноваційних тощо.

Основними та найбільш розповсюдженими методами оптимізації показників є побудова дерева рішень, програмування, аналіз чутливості, теорія масового обслуговування, теорія ігор, дослідження операцій. Використання методів оптимізації показників дає змогу поглибити кількісний аналіз, розширити область економічної інформації, інтенсифікувати розрахунки.

Метод дерева рішень

Метод дерева рішень – метод ситуаційного аналізу, сутність якого полягає у процедурі прийняття управлінських рішень з погляду оцінки рівня ризику з певного питання, яке виникає в результаті реалізації будь-яких проектів.

Область використання методу "дерева рішень" можна об'єднати в три класи:

- *опис даних*: застосування "дерева рішень" дозволяє зберігати інформацію про вибірку даних в компактній і зручній для обробки формі, що містить в собі точні описи об'єктів;

- *класифікація*: застосування "дерева рішень" дозволяє справитися із завданнями класифікації, тобто відношення об'єктів до одного з описаних класів;

- *регресія*: якщо змінна має недостовірні значення, то застосування "дерева рішень" дозволяє визначити залежність цієї цільової змінної від незалежних (вхідних) змінних.

Метод дерева рішень – це схематичне подання проблеми прийняття рішень. Дерево рішень подають графічно у вигляді деревовидної структури. Порівнявши рівень витрат і рівень доходу, визначається рівень чистого виграшу і його відображають на вузлах дерева. Кожна гілка визначає раціональність цього рішення, враховуючи ймовірність настання негативної події.

Метод дерева рішень дає змогу керівнику врахувати різні напрями дій, узгодити фінансові результати, скорегувати дії зі згідно приписаної їм ймовірності, зробити порівняння альтернатив.

Залежно від ставлення до ризику, розв'язання задачі прийняття рішення може виконуватися з позицій “об’єктивістів” і “суб’єктивістів”.

Безумовним грошовим еквівалентом (БГЕ) гри називається максимальна сума грошей, які гравець готовий заплатити за участь у грі (лотереї), або, що те саме, та мінімальна сума грошей, за яку він готовий відмовитися від гри.

Кожен гравець має свій БГЕ. Гравця, для якого БГЕ збігається з очікуваною грошовою оцінкою (ОГО) гри, тобто із середнім виграшем у грі (лотереї), умовно називають об’єктивістом, гравця, для якого БГЕ менше або більше ОГО, (БГЕ \neq ОГО) називають суб’єктивістом.

Очікувана грошова оцінка розраховується як сума добутоків розмірів виграшів на ймовірності цих виграшів.

2. Етапи прийняття управлінських рішень

Дерево рішень – це графічне зображення послідовності рішень і станів середовища з указівкою відповідних ймовірностей і виграшів для будь-яких комбінацій альтернатив і станів середовища.

Процес прийняття управлінських рішень за допомогою дерева рішень у загальному випадку припускає виконання п'яти етапів:

Етап 1. Формулювання завдання.

Насамперед необхідно відкинути всі фактори, що не стосуються проблеми, а серед безлічі тих, що залишилися, виділити суттєві і несуттєві. Це дозволить привести опис завдання щодо прийняття управлінського рішення у форму, що піддається аналізу. Повинні бути виконані такі основні процедури:

- визначення можливостей збору інформації для експериментування і реальних дій;
- складання переліку подій, що з певною імовірністю можуть відбутися;
- установлення часового порядку розміщення подій, у наслідках яких міститься корисна і доступна інформація, і тих послідовних дій, які можна розпочати.

Етап 2. Побудова "дерева рішень".

Етап 3. Оцінка ймовірностей станів середовища, тобто зіставлення шансів виникнення кожної конкретної події. Слід зазначити, що вказані ймовірності визначаються або на підставі наявної статистики, або експертним шляхом.

Етап 4. Установлення виграшів (чи програшів, як виграшів зі знаком мінус) для кожної можливої комбінації альтернатив (дій) і станів середовища.

Етап 5. Вирішення завдання.

3. Процедура прийняття рішення за допомогою "дерева рішень"

Розглянемо процедуру прийняття управлінського рішення на прикладі наступної задачі.

Задача. Керівництво компанії вирішує, чи створювати для випуску нової продукції велике підприємство, мале підприємство чи продати патент іншій фірмі. Розмір виграшу, який компанія може одержати, залежить від сприятливого чи несприятливого стану ринку (табл.2.1).

За допомогою дерева рішень надати рекомендації щодо прийняти управлінського рішення.

Розв'язання. На основі даної таблиці виграшів (втрат) можна побудувати "дерево рішень" (рис. 2.1).

Таблиця 2.1.

Вихідні умови

№ п/п	Дії компанії	Виграш, при стані економічного середовища, у.о.	
		Сприятливо му	Несприятливо му
1	Будівництво великого підприємства	200 000	-180000
2	Будівництво малого підприємства	100000	-20 000

3	Продаж патенту	10000	10000
---	----------------	-------	-------

Ймовірність сприятливого і несприятливого станів економічного середовища дорівнює 0,5.

Процедура прийняття управлінського рішення полягає в обчисленні для кожної вершини дерева очікуваних грошових оцінок, відкиданні безперспективних галузей і виборі галузей, яким відповідає максимальне значення ОГО.

Визначимо середній очікуваний виграш (очікувану грошову оцінку):
для вершини

$$\text{ОГО}_1 = 0,5 * 200\ 000 + 0,5 * (-180\ 000) = 10\ 000 \text{ у.о.};$$

$$\text{ОГО}_2 = 0,5 * 100\ 000 + 0,5 * (-20\ 000) = 40\ 000 \text{ у.о.};$$

$$\text{ОГО}_3 = 10\ 000 \text{ у.о.}$$

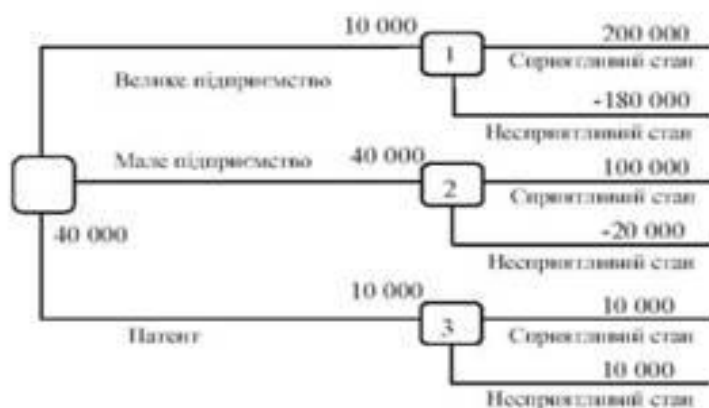


Рисунок 2.1 - Дерево рішень без додаткового обстеження кон'юнктури ринку

Висновок. Найбільш доцільно вибрати стратегію 2, тобто будувати мале підприємство, а галузі (стратегії) 1 і 3 дерева рішення можна відкинути. ОГО найкращого рішення дорівнює 40 000 у.о.

4. Прийняття рішень при додатковому обстеженні ринку

Ускладнимо розглянуту вище задачу. Перед тим як приймати рішення про будівництво, керівництво компанії повинне визначити, чи замовляти додаткове дослідження стану ринку чи ні, причому надана послуга обійдеться компанії в 10 000 у.о. Керівництво розуміє, що додаткове дослідження, як і раніше, не здатне дати точної інформації, але воно допоможе уточнити очікувані оцінки кон'юнктури ринку, змінивши тим самим значення ймовірностей.

Щодо фірми, якій можна замовити прогноз, відомо, що вона здатна уточнити значення ймовірностей сприятливого чи несприятливого результату. Можливості фірми у вигляді умовних ймовірностей сприятливості і несприятливості ринку збуту відображені в табл. 2.2. Наприклад, коли фірма запевняє, що ринок сприятливий, то з імовірністю 0,78 цей прогноз справджується (з імовірністю 0,22 можуть виникнути несприятливі умови), прогноз про несприятливість ринку справджується з імовірністю 0,73.

Таблиця 2.2.

Прогноз фірми

Прогноз фірми \ Фактично	Сприятливий	Несприятливий
Сприятливий	0,78	0,22
Несприятливий	0,27	0,73

Припустимо, що фірма, якій замовили прогноз стану ринку, запевняє:

- ситуація буде сприятливою з імовірністю 0,45;
- ситуація буде несприятливою з імовірністю 0,55.

На підставі додаткових даних можна побудувати нове дерево рішень, де розвиток подій іде від кореня дерева до наслідків, а розрахунок прибутку виконується від кінцевих станів до початкових.

5. Очікувана цінність точної інформації

Припустимо, що консультаційна фірма за певну плату готова надати інформацію про фактичну ситуацію на ринку в той момент, коли керівництву компанії слід прийняти рішення про масштаб виробництва.

Прийняття пропозиції залежить від співвідношення між очікуваною цінністю точної інформації і величиною плати, яку призначили за додаткову інформацію, завдяки якій може бути відкоректоване прийняття управлінського рішення, тобто первісна дія може бути змінена.

Очікувана цінність точної інформації ($ОЦ_{TI}$) про фактичний стан ринку дорівнює різниці між очікуваною грошовою оцінкою при наявності точної інформації ($ОГО_{TI}$) і максимальною очікуваною грошовою оцінкою при відсутності точної інформації $\max ОГО$.

$$ОЦ_{ТІ} = ОГО_{ТІ} - \mathit{max} \text{ ОГО}$$

Розрахуємо очікувану цінність точної інформації для прикладу, у якому додаткове обстеження кон'юнктури ринку не проводиться. При відсутності точної інформації максимальна очікувана грошова оцінка дорівнює :

$$\mathit{max} \text{ ОГО} = (0,5 * 100\ 000) - (0,5 * 20\ 000) = 40\ 000 \text{ у.о.}$$

Якщо точна інформація про істинний стан ринку буде сприятливою (ОГО = 200 000 у.о.; див. табл. 2.1), приймається рішення будувати велике виробництво. Якщо несприятливою, то найбільш доцільне рішення ~ продаж патенту (ОГО = 10 000 у.о.).

З огляду на те, що імовірності сприятливої і несприятливої ситуацій дорівнюють 0,5, значення ОГО точної інформації визначається виразом:

$$ОГО_{ТІ} = (0,5 * 200\ 000) + (0,5 * 10\ 000) = 105\ 000 \text{ у.о.}$$

Тоді очікувана цінність точної інформації дорівнює:

$$ОЦ_{ТІ} = 105\ 000 - 40\ 000 = 65\ 000 \text{ у.о.}$$

Значення $ОЦ_{ТІ}$ показує, яку максимальну ціну повинна бути готова заплатити компанія за точну інформацію про істинний стан ринку в той момент, коли їй це необхідно. ■

Отже, метод оцінювання ризику за допомогою дерева рішень припускає графічне зображення варіантів рішень, обираючи найменш ризиковані. При побудові багаторівневого "дерева рішень" досягнення мети кожного з рівнів моделі забезпечується комплексом заходів попереднього рівня. Кожен рівень "дерева рішень" повинен займати певне місце в ієрархічній послідовності, складеної на основі дотримання причинно-наслідкових зв'язків.

Даний метод має ряд істотних *недоліків*:

- цей метод досить трудомісткий;
- у методі враховуються тільки ті дії, які має намір зробити підприємець, і тільки ті наслідки, що, на його погляд, мають місце, при цьому не враховуються багатофакторність системи і вплив зовнішнього середовища.

Переваги: за допомогою методу можливо оцінити різні шляхи і обрати менш ризикований. Плюсом є те, що дерево рішень можна поєднувати з експертними методами на етапах, що вимагають оцінки результату фахівцями.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ КОРИСНОСТІ В УПРАВЛІННІ ЕКОНОМІЧНИМИ РИЗИКАМИ

- 1. Концепція корисності. Пріоритети та їх числове відображення**
- 2. Корисність за Нейманом. Сподівана корисність**
- 3. Ставлення до ризику та функція корисності**

1. Концепція корисності. Пріоритети та їх числове відображення

Термін "корисність" ввів англійський вчений Ієремія Бейтам (1748-1832).

Корисність — поняття виключно індивідуальне: те, що для одного споживача може мати високу корисність, іншим може сприйматися як антиблаго (наприклад, кава, сигарети, алкоголь). Відносно цих благ термін "корисність" має певну невідповідність, тому економісти давно намагаються замінити його.

Відомий російський економіст М.Х. Бунге пропонував використовувати термін "годність" (придатність). "Потреба в наркотичних речовинах, — писав він, — безсумнівна, але чи можна сказати, що опіум і гашиш корисні для курців, — вони лише годні як речовина для наркотичного сп'яніння". А французький економіст Ш. Жид пропонував термін "бажаність". На його думку, такий термін не може характеризуватися моральністю чи аморальністю, не може бути розумним чи безрозсудним. Термін "бажаність" підтримував також відомий американський економіст і статистик І. Фішер. Він вказував на перевагу антоніма "небажаність" порівняно з "безкорисністю" чи ще гірше — з "антикорисністю". Однак термін "корисність" пережив своїх критиків і використовується й нині.

На думку сучасних дослідників, корисність не підлягає кількісному виміру (*ординалістський* погляд), тому блага, як носії певної корисності для споживача, можуть бути виміряні тільки порядково: споживач здатний визначитися з черговістю, в якій би він обирав ці блага для задоволення своїх потреб.

Існує також інша думка (*кардиналістська*), яка допускає кількісне вимірювання корисності. Таке вимірювання досить умовне, оскільки не має чітко визначеної одиниці виміру. Для порівняння різних корисностей використовують умовні бали (ютилі — від *utility* (корисність), які споживач присвоює благам.

Корисність виражає ступінь задоволення, яке одержує суб'єкт від споживання товару чи виконання будь-якої дії, або ж **корисність** – це певне число, приписуване ОПР кожному можливому результату.

Розрізняють пряму, непряму та повну корисність.

Якщо благо безпосередньо впливає на умови життя людини, то вважається, що воно має *пряму* корисність.

Якщо благо безпосередньо не впливає на добробут людини, але використовується для виготовлення товарів, що мають пряму корисність, то вважається, що воно має *непряму* корисність.

Сукупність прямої та непрямої корисності є *повною* корисністю блага.

Функція корисності — це співвідношення між обсягами товарів і послуг, що споживаються, і рівнем корисності (задоволеності від споживання товару), якого досягає споживач.

Функція корисності може бути представлена як:

$$U = f(x, y, \dots, n),$$

де U — корисність;

x, y, \dots, n — кількість відповідних товарів, що споживаються за певний період.

Концепція функції корисності дає змогу здійснити співвимірність споживчих елементів різних товарів, взагалі кажучи, фізично неспіввимірних.

У теорії корисності широке застосування має таке поняття, як пріоритет.

Позначимо співвідношення «пріоритетніше, ніж» («краще за»), «байдуже» («еквівалентне»), «не гірше за» відповідно символами \succ , \sim , \succeq .

Нестроге співвідношення пріоритетності «не гірше за» є одним із основних найпростіших понять. Запис $x \succeq y$, де x та y є набором товарів чи послуг (точками простору X), означає, що певний суб'єкт (споживач) вважає для себе набір x або пріоритетнішим, ніж набір y , або не робить між ними різниці, тобто x не гірше, ніж y .

Можна визначити поняття байдужості та строгої пріоритетності: *набори товарів x та y байдужі (еквівалентні)* для споживача ($x \sim y$) тоді і лише тоді, коли $x \succeq y$ та $y \succeq x$.

Коли споживач бажає обрати x , а не y , тобто x *пріоритетніше*, ніж y (записують $x \succ y$), то це відбувається тоді, коли x не гірше за y , а y гірше за x . Тобто, $x \succ y$ тоді і лише тоді, коли $x \succeq y$ і при цьому твердження, що $y \succeq x$, є несправедливим.

Гранична корисність вимірює додаткове задоволення, що його одержує особа від споживання додаткової одиниці товару та послуги.

Згідно із законом спадної граничної корисності (закон Госсена) величина граничної корисності має тенденцію зменшуватися із збільшенням кількості товару, що споживається.

Із закону спадної граничної корисності є деякі винятки. Для антиблаг максимальна корисність спостерігається за їх відсутності, а функція корисності є монотонно спадною.

2. Корисність за Нейманом. Сподівана корисність

Що роблять гравці, коли необхідно прийняти рішення – ризикувати чи ні? Щодо одержуваного середнього виграшу зазначені альтернативи практично еквівалентні, і якщо навіть гравець байдужий (а переважна більшість людей саме такі), то вибір буде залежати, головним чином, від фінансового стану гравця. Гравці, що мають скромний грошовий дохід вирішать не ризикувати і виберуть гарантований виграш.

Для ОПР (особа, що приймає рішення), яка володіє великим капіталом, коли програш невеликий у порівнянні з капіталом, краще буде ризикувати. Ризикувати будуть також гравці, патологічно схильні до азартних авантур.

Американськими вченими Нейманом і Моргенштерном було доведено, що особа, яка приймає рішення (ОПР), при прийнятті рішення буде прагнути до максимально очікуваної корисності, тобто з усіх можливих рішень вона вибере те, що забезпечує найбільш очікувану корисність.

Поняття лотереї

Для визначення корисності розглядається вибір особи в умовах ризику, який формалізується за допомогою поняття лотереї.

Для цього необхідно з множини X пред'явлених експертам значень певного економічного показника (об'єкта) виділити два значення x_* та x^* таких, що

$x \succ x_*$ та $x \preccurlyeq x^*$ для всіх $x \in X$, тобто найменш пріоритетне, в певному сенсі, значення економічного показника (це буде «нуль» даної шкали інтервалів) і найбільш пріоритетне, в певному сенсі, значення показника (разом з «нулем» вони визначають масштаб даної шкали). Власне, так побудована функція корисності Дж. ф. Неймана і О.Моргенштерна. Експерту пропонують порівняти між собою дві альтернативи:

1) значення показника x ;

2) лотерею: одержати x^* з імовірністю $1 - p$ чи x_* з імовірністю p . Величину імовірності p змінюють доти, доки, на погляд експерта, значення показника x і лотерея $L(x_*, p, x^*)$ не стануть еквівалентними, тобто $x \sim L(x_*, p, x^*)$.

Максимальному й мініимальному значенням x^* та x_* приписують довільні числові значення $U^* = U(x^*)$ та $U_* = U(x_*)$, але так, щоб $U^* > U_*$.

Під *лотереєю* $L(x_*, p(x), x^*)$ розуміють ситуацію, у якій особа може отримати x_* з імовірністю $p(x)$ або x^* з імовірністю $1 - p(x)$. (Часто використовують запис: $L(x_*, p(x); x^*, q(x))$, де $q(x) = 1 - p(x)$).

За Нейманом *корисність варіанта x визначається ймовірністю $U(x) = p(x)$* , при якій особі байдуже, що обирати: x — гарантовано, чи лотерею $L(x_*, p(x), x^*)$, де x^*, x_* — вектори, більш та менш пріоритетні порівняно з x .

У якості функції корисності (згідно з Нейманом) можна використати функції розподілу ймовірностей:

$$U(x) = F(x) = P(X < x).$$

Сподівана корисність

Нехай L — лотерея, що приводить до виграшів (подій) x_1, x_2, \dots, x_n з відповідними ймовірностями p_1, p_2, \dots, p_n . Позначимо сподіваний виграш (математичне очікування виграшу) через \bar{x} :

$$\bar{x} = M(X) = \sum_{i=1}^n p_i x_i; \quad \sum_{i=1}^n p_i = 1.$$

Справедлива *основна формула теорії сподіваної корисності*:

$$M(U(X)) = U(x_1, p_1; x_2, p_2; \dots; x_n, p_n) = \sum_{i=1}^n p_i U(x_i),$$

тобто корисність ансамблю результатів збігається з математичним сподіванням корисності результатів.

Детермінований еквівалент лотереї. Страхова сума

Поняття детермінованого еквівалента лотереї L є одним з основних при розгляді різних характеристик ризику та їхнього взаємозв'язку з функціями корисності.

Детермінований еквівалент лотереї L — це гарантована сума \hat{x} , отримання якої еквівалентне участі в лотереї, тобто $\hat{x} \sim L$. Отже, \hat{x} визначається з рівняння:

$$U(\hat{x}) = M(U(X)), \quad \text{або} \quad \hat{x} = U^{-1}(M(U(X))),$$

де $U^{-1}(\cdot)$ — функція, обернена до функції $U(x)$.

Страховою сумою (СС) називають величину детермінованого еквівалента, взяту з протилежним знаком:

$$CC(X) = -\hat{x}.$$

Якщо особа, яка приймає рішення, стикається з несприятливою для неї лотереєю (тобто лотереєю, яка менш пріоритетна, ніж стан, у якому вона перебуває), то природно запитати, скільки б вона заплатила (в одиницях виміру критерію x) за те, щоб не брати участь у цій лотереї (уникнути її). Для визначення розмірів цього платежу вводиться до розгляду величина, яку називають премією за ризик.

Премія за ризик

За своїм фізичним змістом **премія за ризик (надбавка за ризик) $\pi(X)$** — це сума (в одиницях виміру критерію x), якою суб'єкт керування (ОПР) згоден знехтувати (поступитися) з середнього виграшу (тобто ця сума менша, ніж математичне сподівання виграшу), щоб уникнути ризику, пов'язаного з лотереєю.

Для зростаючих функцій корисності величину премії за ризик $\pi(X)$ в лотереї L покладають рівною різниці між сподіваним виграшем та детермінованим еквівалентом, тобто

$$\pi(X) = M(X) - \hat{x} = \bar{x} - \hat{x}.$$

3. Ставлення до ризику та функція корисності

Вигляд функції корисності може дати інформацію про ставлення до ризику особи, яка приймає рішення.

Особу, яка приймає рішення, називають *несхильною до ризику*, якщо для неї більш пріоритетною є можливість одержати гарантовано сподіваний виграш у лотереї, аніж брати в ній участь.

А тому, умова *несхильності до ризику* записується як

$$U(M(X)) > M(U(X)).$$

Особу, яка приймає рішення, називають *схильною до ризику*, якщо для неї більш пріоритетною є участь у лотереї, ніж можливість одержати гарантовано сподіваний виграш.

Відповідно, умова *схильності до ризику* записується як

$$U(M(X)) < M(U(X)).$$

Проміжне значення між схильністю та несхильністю до ризику відіграє *нейтральність (байдужість) до ризику*. Вона визначається байдужістю особи у виборі між отриманням гарантованої суми, яка збігається з середньоочікуваним виграшем, та участю у лотереї.

Очевидно, що умова *байдужості до ризику*:

$$U(M(X)) = M(U(X));$$

Зазначимо, що в цьому випадку *величина сподіваного виграшу збігається з детермінованим еквівалентом лотереї* ($\bar{x} = \hat{x}$), а тому *премія за ризик* $\pi(X) = 0$.

На основі вищевикладеного можна стверджувати, що особа яка приймає рішення, у тому і лише у тому випадку є:

- а) *не схильна до ризику*, коли її функція корисності опукла вгору.
- б) *схильна до ризику*, коли її функція корисності опукла вниз.
- в) *нейтральна до ризику*, коли її функція корисності є лінійною.

МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКУ: ДИВЕРСИФІКАЦІЯ. ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ПОРТФЕЛЯ

1. Суть диверсифікації
2. Ризик портфеля цінних паперів
3. Норма прибутку цінних паперів
4. Портфель цінних паперів. Спрощена класична модель формування портфеля (модель Шарпа)
5. Ефективність роботи фінансового менеджера та аналітика

1. Суть диверсифікації

Диверсифікація — це процес розподілу інвестованих засобів між різними об'єктами вкладення капіталу з метою зниження ступеня ризику, забезпечення більшої стійкості прибутків за будь-яких коливань дивідендів і ринкових цін на цінні папери (ЦП).

Загальним правилом інвестора щодо диверсифікації є: необхідно прагнути розподілити вкладення між такими видами активів, які показали за минулі роки, по-перше, різну щільність зв'язку (кореляцію) із загально-ринковими цінами (індексами) і, по-друге, протилежну фазу коливання норми прибутку між собою (цін) всередині портфеля.

2. Ризик портфеля цінних паперів

Управління портфелем цінних паперів (ПЦП) — це планування, аналіз і регулювання структури портфеля, діяльність щодо його формування та підтримки з метою досягнення поставлених цілей при збереженні необхідного рівня його ризику та мінімізації затрат, пов'язаних з ним.

Основними цілями інвестування в ЦП у класичному аналізі є:

- одержання прибутку;
- збереження капіталу;
- забезпечення приросту капіталу (на базі зростання курсової вартості цінних паперів).

Такі цілі можуть бути альтернативними та відповідати різним типам ПЦП.

Ризик портфеля цінних паперів (ПЦП) — це міра можливості того, що настануть обставини, за яких інвестор може понести збитки, спричинені інвестиціями в ПЦП, а також операціями, пов'язаними із залученням ресурсів до формування портфеля.

Портфельний ризик — агреговане поняття, яке, у свою чергу, включає багато видів конкретних ризиків: ліквідності, кредитний, капітальний тощо.

Найтипівішим управлінням портфелем є таке, кінцевою метою якого є прибутковість портфеля, тобто перевищення доходів від інвестицій в ЦП над затратами на залучення грошових ресурсів, необхідних для цих вкладень, за умови забезпечення певного ступеня ліквідності та ризику портфеля.

3. Норма прибутку цінних паперів

Основною характеристикою кожного ЦП є норма прибутку.

Норму прибутку обчислюють як відношення прибутку, що його приносить даний ЦП, до затрат, пов'язаних з купівлею цього ЦП. Якщо купівля ЦП здійснюється в період t_0 , то норма прибутку цього ЦП в період t обчислюється за формулою:

$$R(t) = \frac{C(t) - C(t_0) + D(t)}{C(t_0)} \times 100\%,$$

де $C(t_0)$ — ціна купівлі ЦП в період t_0 ,

$C(t)$ — ціна (продажу) цього ЦП в t -ий період,

$D(t)$ — дивіденди, нараховані до t -го періоду.

Норма прибутку є одним з основних критеріїв, якими керуються інвестори під час прийняття рішення щодо купівлі цінного паперу.

Рішення, які стосуються інвестування в цінні папери, є рішеннями, що приймаються в умовах невизначеності і пов'язаного з цим ризику. Згідно з прийнятою раніше гіпотезою щодо норми прибутку (норма прибутку є випадковою величиною) визначимо, що $R(t)$ в кожний момент часу t може приймати різні значення з різними ймовірностями. Ці ймовірності залежать від ситуації на ринку ЦП. А ситуація на ринку, в свою чергу, залежить від багатьох чинників, зокрема від загальної економічної ситуації.

Розглянемо статичний ПЦП, тобто вважатимемо, що протягом періоду, який досліджується, норма прибутку певного ЦП може приймати різні значення (залежно від стану економічного середовища), але при цьому не має місця тенденція зміни значення цієї норми прибутку (залежно від часу). Такий підхід до побудови ПЦП є спрощеним, але широко використовується.

На практиці при оцінці сподіваної норми прибутку часто виходять з допущення, що поведження ЦП у майбутньому великою мірою залежить від того, як формувались його норми прибутку у минулому.

Якщо позначити через T кількість періодів, що минули (роки, місяці, тижні), то у випадку звичайної акції норма прибутку в t -му періоді визначається за формулою:

$$R(t) = \frac{C(t) - C(t-1) + D(t)}{C(t-1)} \times 100\%, \quad (4.1)$$

де $C(t-1)$ — ціна ЦП в $(t-1)$ -ий період,

$D(t)$ — дивіденди, нараховані в t -му періоді.

Сподівана норма прибутку цінних паперів

Введемо позначення:

$\Theta = \{\theta_1; \theta_2; \dots; \theta_n\}$ — множина станів економічного середовища;

$P = \{p_1; p_2; \dots; p_n\}$ — розподіл ймовірностей станів економічного середовища;

$R_i = \{R_{i1}; R_{i2}; \dots; R_{in}\}$ — множина значень норми прибутку i -го ЦП залежно від станів, що їх може приймати економічне середовище.

Величина

$$m_i = M(R_i) = \sum_{j=1}^n p_j R_{ij} \quad (4.2)$$

має назву *сподіваної норми прибутку i -го ЦП*. Вона використовується в якості характеристики цього ЦП.

Якщо протягом T періодів норма прибутку звичайної акції обчислюється згідно з формулою (1), то наближену оцінку сподіваної норми прибутку i -ої акції можна обчислити за формулою:

$$m_i \approx \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_i(t) \quad (4.3)$$

Другою, поряд із сподіваною нормою прибутку, важливою характеристикою кожного цінного паперу є його ризик. Що стосується системи кількісних оцінок ризику, то однією з них є варіація (дисперсія). Для i -го ЦП *варіацію (дисперсію) норми прибутку цінного паперу* можна обчислити за формулою:

$$V_i = D(R_i) = \sum_{j=1}^n p_j (R_{ij} - m_i)^2. \quad (4.4)$$

Варіація (дисперсія) норми прибутку ЦП виражається у відсотках, піднесених до квадрата. Це дещо незручно з точки зору інтерпретації результатів. Цієї незручності позбавлена інша характеристика ступеня ризику — *середньоквадратичне відхилення норми прибутку ЦП*:

$$\sigma_i^- = \sigma(R_i) = \sqrt{V_i^-}.$$

У випадку, коли є інформація про норму прибутку i -го ЦП у минулі T періодів, варіацію можна обчислити за формулою:

$$V_i^- = D(R_i) \approx \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (R_i(t) - m_i)^2.$$

4. Портфель цінних паперів

Узгодження максимізації норми прибутку і мінімізації ризику не є простим, бо на ефективному ринку цінні папери з високою нормою прибутку характеризуються відповідно високим ступенем ризику. Інвестор шукає такі можливості щодо розміщення капіталу, при яких із збільшенням норми прибутку одночасно зменшувався б і ступінь ризику. Такі можливості дає йому формування портфеля цінних паперів. Сукупність придбаних цінних паперів становить портфель. *Під структурою портфеля цінних паперів* розуміють співвідношення часток інвестицій у цінні папери різних видів.

Задача збереження капіталу Сутність її полягає у виборі такої структури ПЦП, щоб ризик цього портфеля був мінімальним.

Задача одержання бажаного (фіксованого) прибутку Сутність задачі полягає у виборі такої структури ПЦП, щоб сподівана норма прибутку цього портфеля була не меншою від зафіксованого рівня m_c ($m_c = \text{const}$) і його ризик при цьому був мінімальним.

Задача забезпечення приросту капіталу Сутність її полягає у виборі такої структури ПЦП, щоб його ризик не перевищував заданого фіксованого рівня σ_c ($\sigma_c = \text{const}$) і при цьому досягалась максимальна за величиною сподівана норма прибутку.

Побудова класичного консервативного портфеля

Основне питання при формуванні портфеля — як визначити пропорції між цінними паперами з різними властивостями. Так, основними принципами

побудови класичного консервативного портфеля є: *принцип консервативності, принцип диверсифікованості та принцип достатньої ліквідності.*

Принцип консервативності. Співвідношення між високонадійними та ризикованими частками підтримується так, щоб можливі втрати від ризикованої частки з певною ймовірністю покривалися доходами від надійних активів.

Принцип диверсифікованості. Диверсифікованість вкладень — основний принцип портфельного інвестування. Диверсифікованість зменшує ризик за рахунок того, що можливі невисокі доходи з одних цінних паперів будуть компенсуватися високими доходами з інших паперів. Мінімізація ризику досягається за рахунок включення в ПЦП широкого кола галузей, не пов'язаних між собою, щоб уникнути синхронності циклічних коливань їхньої ділової активності. Оптимальна величина — від 8 до 20 різних видів цінних паперів.

Принцип достатньої ліквідності. Він полягає в тому, щоб підтримувати частку швидко реалізованих активів у портфелі не нижче рівня, достатнього для проведення високоприбуткових угод і задоволення потреб клієнтів у коштах.

Формування портфеля здійснюється за *принципами:*

- необхідно вибрати оптимальний тип портфеля;
- оцінити прийнятне для себе сполучення ризику й доходу портфеля та, відповідно, визначити питому вагу портфеля цінних паперів з різними рівнями ризику й доходу;
- визначити первісний склад портфеля, вибрати схему подальшого керування портфелем.

Спрощена класична модель формування портфеля (модель Шарпа)

Найпростішою і широко використовуваною на практиці математичною моделлю для наближених розрахунків є запропонована Вільямом Шарпом *однофакторна модель*. Модель ґрунтується на багаторічних спостереженнях і виявленні того факту, що норми прибутків більшості акцій, в основному, залежать від одного чинника, який називають чинником ринку (біржі). На більшості бірж спостерігається, що із зростанням ринкових індексів зростають пропорційно і ціни більшості акцій, і навпаки. Ці спостереження дозволили висунути гіпотезу, що *норми прибутку акцій щільно корельовані відносно загальнобіржового індексу доходів (середньому по біржі в цілому).*

Цей індекс можна трактувати як гіпотетичний цінний папір (акцію), ціна якого весь час коливається і для якого визначити сподівану норму прибутку і варіацію. Цей гіпотетичний ЦП можна прийняти за портфель ринку.

Кореляційну залежність норми прибутку звичайної акції від норми прибутку, що її вказує ринковий індекс, можна подати за допомогою лінійної економетричної моделі (моделі Шарпа):

$$R_j = \alpha_j + \beta_j R_M + e_j. \quad (4.5)$$

У моделі (4.5) величина R_j — норма прибутку j -ої акції — пояснюється нормою прибутку ринкового портфеля — R_M . Але оскільки на норму прибутку акції впливає також ряд інших чинників, крім загальної ситуації на біржі (що відображає R_M), то дію інших (неврахованих) чинників відображає випадкова складова e_j . Власне, введення цієї випадкової величини дозволяє поставити знак рівності між лівою і правою частинами розглянутої моделі.

Коефіцієнт β_j при величині R_M в моделі називають *коефіцієнтом бета* для j -ої акції. Його можна використати як міру ринкового ризику певної акції і сформулювати таку інтерпретацію: коефіцієнт β звичайної акції вказує, на скільки відсотків наближено зросте (знизиться) норма прибутку акції, якщо норма прибутку ринку зросте (знизиться) на 1%. Тобто, коефіцієнт β певної акції показує, якою мірою норма прибутку акції реагує на зміни, що відбуваються на ринку в цілому.

1. Коефіцієнт β дорівнює нулеві ($\beta_j = 0$). Це означає, що норма прибутку даного цінного паперу ніяк не реагує на зміни на ринку. Тобто даний цінний папір необтяжений ринковим ризиком. Таким папером може бути, зокрема, державна облігація, для якої норма прибутку майже позбавлена ризику.

2. Величина коефіцієнта β така, що $0 < \beta_j < 1$. Це означає, що норма прибутку даної акції досить помірковано реагує на зміни, які відбуваються на ринку цінних паперів. Таку акцію називають *дефенсивною (захищеною) акцією*.

3. Коефіцієнт β дорівнює одиниці ($\beta_j = 1$). Це означає, що норма прибутку даної акції змінюється такою самою мірою, як і норма прибутку ринку. Слід мати на увазі, що ринковий портфель має коефіцієнт $\beta = 1$.

4. **Величина коефіцієнта β більша від одиниці ($\beta_j > 1$).** Це означає, що норма прибутку даної акції значною мірою залежить від змін, що відбуваються на ринку. Таку акцію називають *агресивною*.

Бета-коефіцієнт може бути додатним або від'ємним. При додатному бета-коефіцієнті певних ЦП їх ефективність аналогічна динаміці дохідності ринку. При від'ємному бета-коефіцієнті ефективність цих ЦП знижується при зростанні дохідності ринку або ж ефективність цінних паперів зростає при зниженні дохідності ринку.

5. Ефективність роботи фінансового менеджера та аналітика

Виділяють дві тактики фінансового менеджера: пасивну та активну.

Пасивна тактика характеризується тим, що менеджер орієнтується на пропорції ринку, довіряє відображеній ринком «громадській думці» про реальну вартість різних ЦП. Аналітик надає менеджеру інформацію про поточну структуру ринку, менеджер залежно від пріоритетів (та асигнованих ресурсів) робить свій вибір, орієнтуючись при цьому на меншу кількість позицій (типів ЦП) або дотримується рекомендацій, наданих йому аналітиком.

При активній тактиці менеджер не довіряє «громадській думці» і вважає, що маючи більш повну інформацію, він зможе забезпечити ефективнішу структуру вкладів.

Отримавши рекомендації аналітиків щодо структури оптимального ПЦП, менеджер може переконатись, що вона не відповідає структурі ринку. Тоді він може зайняти «активну позицію», намагаючись досягти повної або хоча б часткової відповідності оптимальному портфелю, збільшує чи зменшує (порівняно з ринком) вклади в різні ЦП. Ці збільшення чи зменшення називають «ставка у грі», оскільки це справді ставки в намаганні «переграти ринок», добитись більшої вигоди, хоча, можливо, і з більшим ризиком.

Тактика пасивного стеження за ринком (*market timing*), а тим більше активна тактика, передбачають ревізію, перебудову структури ПЦП шляхом купівлі одних видів ЦП і продажу інших.

ЗАПАСИ , РЕЗЕРВИ, ЯК СПОСІБ ЗНИЖЕННЯ СТУПЕНЯ РИЗИКУ

1. Структура та види резервів і запасів на непередбачувані витрати
2. Управління запасами з урахуванням ризику
 - 2.1 Модель М. Міллера і Д. Орра
 - 2.2 Модель формування оптимального резерву

1. Структура та види резервів і запасів на непередбачувані витрати

За нестабільного економічного середовища, несвоєчасного виконання прийнятих рішень, помилок в обґрунтуванні оптимального рівня планів виникає істотний (навіть катастрофічний) рівень ризику. Для зниження ступеня ризику менеджерам доцільно вживати відповідні заходи, створюючи резервні фонди (фонди ризику).

Управління запасами пов'язане з проблемою досягнення оптимальної рівноваги між двома конкуруючими чинниками: мінімізацією капіталовкладень у запаси та максимізацією рівня надійності обслуговування споживачів продукцією даного підприємства.

До запасів, крім предметів і продуктів праці, належать запаси виробничих потужностей, основних фондів і оборотних коштів, незавершене будівництво, кваліфіковані кадри тощо.

Матеріальні запаси можна умовно розподілити на три *види*.

Перший вид — *страховий запас готової продукції* на складі, призначений для компенсації коливань попиту на ринку.

Другий вид — *страховий виробничий запас* сировини, матеріалів і комплектуючих виробів.

Третій вид — *динамічний виробничий запас*, що являє собою запас матеріалів і комплектуючих виробів, який формується з певною періодичністю і в певних обсягах.

На ефективність формування запасів впливають два різноспрямованих випадкових чинники: зростання вартості матеріалів і комплектуючих виробів (інфляція на змінні затрати); зростання вартості капіталу (оборотних засобів).

Тому важливо об'єктивно оцінити стратегію формування запасів, використовуючи їх обсяги і періодичність поповнення як змінні параметри.

Обсяг резерву сировини

Визначення, наприклад, обсягів резерву сировини (комплектуючих) може спиратися на дані відхилень, що мали місце в минулому (задокументовані) від встановлених (обумовлених) термінів постачання. Величина цього резерву, який служить для зменшення ступеня ризику, встановлюється шляхом перемноження величини, наприклад, добового споживання даної сировини на кількість днів, визначених як середньоквадратичне відхилення фактичного періоду постачання від обумовленого (середньої величини) за контрактом.

Резервування грошових засобів на покриття випадкових затрат

Створення резерву грошових засобів на покриття випадкових затрат — це один із способів зниження ризику, який передбачає встановлення співвідношення між потенційним ризиком і величиною затрат, необхідних для подолання збоїв у виконанні зобов'язань (проекту).

Основною проблемою під час створення резерву на покриття випадкових затрат є оцінка потенційних наслідків (збитків) від ризиків.

Для визначення обсягів грошей на покриття випадкових затрат, переоцінки їх в процесі роботи над проектом і уточнення суми резерву на основі фактичних даних використовують методи якісного і кількісного аналізу ризику.

При визначенні суми резерву на покриття непередбачуваних (випадкових) затрат, необхідно враховувати точність початкової оцінки вартості проекту та його елементів залежно від етапу виконання проекту. Ця точність впливає на обсяг резерву на покриття випадкових витрат.

Визначення структури резерву на покриття імовірних непередбачуваних затрат проводиться за допомогою одного з двох можливих способів.

Згідно з першим способом (рис.5.1) резерв ділять на дві частини: *на загальний і спеціальний*.



Рис. 5.1. Резерви, узгоджені в контракті на покриття ймовірних затрат (збитків)

Загальний резерв повинен покривати зміни в кошторисі, добавки до загального обсягу грошей по контракту та інші елементи.

Спеціальний резерв складається з надбавки на покриття зростання цін, зростання затрат по окремих позиціях, а також на сплату позовів по контрактах.

Згідно з другим способом (рис. 5.2) структура резервів передбачає визначення імовірних затрат (збитків) по видах затрат, наприклад на заробітну плату, матеріали, та інше.

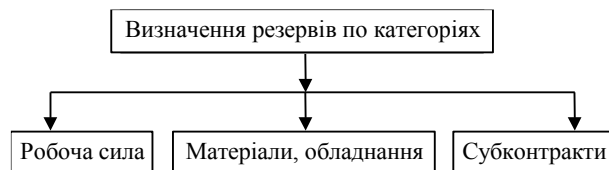


Рис. 5.2. Визначення структури резервів на покриття ймовірних збитків (затрат)

Резерв на непередбачувані (ймовірні) затрати визначається лише по тих видах затрат, які увійшли до початкового кошторису.

Резерв не повинен використовуватися для компенсації збитків, понесених внаслідок незадовільної роботи.

Непередбачувані ймовірні затрати включаються в бюджет як самостійна стаття затрат і затверджуються вищим керівництвом компанії (фірми).

2. Управління запасами з урахуванням ризику

Різновиди задач управління запасами та їх складність зумовили створення великої кількості математичних моделей, ефективне використання яких неможливе без застосування економіко-математичних методів. Моделі управління запасами відрізняються багатьма компонентами залежно від характеру зміни величин, що до них входять. Найістотнішим чинником, що його необхідно враховувати при розробці моделей управління запасами, є час. Статичні моделі управління запасами лише наближено відповідають реальним умовам. Більш точний розв'язок може бути одержаний на базі використання динамічних моделей, що враховують час та відповідні залежності.

В багатьох моделях управління запасами одним з головних припущень є те, що попит є заздалегідь відомою детермінованою величиною. Однак в переважній

більшості реальних задач попит є випадковою величиною, розподіл імовірності якої може бути як відомим, так і невідомим. У зв'язку з цим виникає економічний ризик, зумовлений невизначеністю, стохастичністю щодо величини попиту.

Величина ризику може бути визначена як відхилення потреб у запасах від середньої (сподіваної) величини.

2.1 Модель М. Міллера і Д. Орра

Утримання певного обсягу грошових засобів на банківському рахунку або ж у формі готівки в касі компанії є важливим щодо нормального її функціонування. Грошові засоби потрібні компаніям головним чином для регулювання різного роду зобов'язань. Крім цього, утримують сальдо грошових засобів в касі чи на банківському рахунку з метою протидії наслідкам браку готівки тощо.

Утримання надмірного обсягу грошових засобів може бути чинником, що знижує загальну ефективність господарювання компанії.

Оптимізація величини грошових засобів реалізується за допомогою різних методів.

Модель М. Міллера і Д. Орра має ймовірнісний характер — потоки чистих доходів і видатків трактуються як випадкові змінні величини, закон розподілу яких може бути описаний двома параметрами: математичним сподіванням (середньою величиною) та дисперсією (варіацією). Приймається також гіпотеза, що функція розподілу (поток чистих грошових надходжень і видатків) навколо їх середнього рівня має нормальний закон розподілу.

Головними у моделі є три величини: оптимальна величина сальдо грошових засобів x^* , їх максимальний рівень x_{\max} і мінімальний рівень x_{\min} . Причому мінімальний рівень x_{\min} задають менеджери підприємства, а решту величин x^* і x_{\max} визначають за допомогою моделі. Опускаючи виведення відповідних формул, приведемо лише остаточні результати. При заданому рівні величини x_{\min} , значення x^* та x_{\max} можна обчислити за формулами:

$$x^* = \sqrt[3]{\frac{3K_s \sigma^2}{4k_m}} + x_{\min}, \quad (5.1)$$

та

$$x_{\max} = 3 \cdot \sqrt[3]{\frac{3K_s \sigma^2}{4k_m}} + x_{\min} = 3x^* - 2x_{\min}, \quad (5.2)$$

де K_s — стала величина (обсяг) однієї угоди щодо продажу цінних паперів чи отримання позики;

k_m — величина втрачених можливостей, пов'язана з утриманням сальдо грошових засобів (дорівнює нормі відсотку, яку можна було б отримати, купивши цінні папери);

σ — середньоквадратичне відхилення потоку чистих грошових надходжень.

2.2 Модель формування оптимального резерву

Стратегія управління запасами при невизначеному (стохастичному) попиті вимагає створення певного резерву заздалегідь визначеного обсягу K , а потім здійснюються чергові поставки запасів. Якщо в певний момент часу загальний запас знижується до розмірів резерву, терміново оформляють заявку на постачання нової партії.

Задача управління запасами в умовах невизначеності та зумовленого нею ризику вимагає визначення оптимального резерву.

Одним з простих способів, що дає змогу вирішити проблему резерву, є застосування принципу гарантованого результату, тобто обрання досить великого резерву, який гарантує мінімальний ризик, тобто компенсацію будь-яких випадкових відхилень, що вимагає великих затрат щодо їх зберігання тощо. Це також веде до так званого ризику невикористаних можливостей, великі резерви пов'язані з відволіканням значних коштів. Тому вводяться додаткові гіпотези, в основу розрахунку необхідного резерву закладається поняття допустимого ризику — ймовірності того, що потреба в запасах не перевищить наявного резерву.

Вводиться поняття *коефіцієнта ризику* p_z , який виражає імовірність того, що потреби у запасах виявляються незадовільними через недостатність резерву, перевищать його обсяг. Значення коефіцієнта ризику p_z вибирається не більшим від певної фіксованої величини α — порогу дозволеності. Значення порогу

дозволеності найчастіше покладають рівним 0.05, 0.025, 0.01 (відповідно 5%, 2.5%, 1%) тощо.

Позначимо через V потребу в продукції між двома поставками, через m — розмір постачання (розмір партії) і сформулюємо задачу.

Необхідно визначити такий обсяг резерву K , щоб коефіцієнт ризику p_z , тобто ймовірність того, що резерв виявиться недостатнім (іншими словами, — ймовірність появи дефіциту), був би не більшим від заданого значення порогу дозволеності.

Для визначення величини K потрібно знати закон розподілу випадкової величини V . Тут можливим є ряд варіантів та гіпотез. Припустимо, зокрема, що потреба в запасах, тобто величина V , розподілена за нормальним законом розподілу з параметрами m та σ , де m — сподіване значення, σ — середньоквадратичне відхилення.

Поклавши $U = (V - m) / \sigma$ (тобто, здійснивши нормування випадкової величини V), $K = u_\alpha \cdot \sigma$ і враховуючи, що функція щільності розподілу ймовірності випадкової величини U — це функція Гауса, отримуємо, що резерв, який відповідає коефіцієнту ризику $p_z \leq \alpha$, повинен дорівнювати щонайменше

$$K = (V - m) = u_\alpha \cdot \sigma. \quad (5.3)$$

Оптимальний розмір резерву K знаходиться з рівності

$$\Phi(u_\alpha) = 0,5 - \alpha \quad (5.4)$$

Наприклад, якщо $\alpha = 0.05$, то $u_\alpha = \Phi^{-1}(0.5 - 0.05) = 1.64$;

значення u_α знаходяться за таблицями функції Лапласа, тоді $K = 1.64 \cdot \sigma$.

Можна зробити висновок, що розміри резерву K визначаються прийнятим коефіцієнтом ризику та коливанням (розкидом) потреб у запасах, що характеризуються середньоквадратичним відхиленням σ . Величину σ можна наближено визначити на базі статистичної обробки значень попиту у попередні періоди.

Якщо позначити через λ сподівану інтенсивність попиту, то оптимальний обсяг партії становитиме

$$m = \sqrt{\frac{2C_1\lambda}{C_2}}. \quad (5.5)$$

де C_1 — затрати на оформлення замовлюваної партії, що не залежать від розміру (обсягу) партії і виникають щоразу при його розміщенні;

C_2 — затрати на зберігання одиниці запасу за одиницю часу.

Оптимальний запас разом з резервом розраховують за формулою:

$$V = \sqrt{\frac{2C_1\lambda}{C_2}} + u_\alpha \cdot \sigma, \quad (5.6)$$

а загальні витрати на управління запасами будуть становити:

$$B(m) = \frac{C_1\lambda}{m} + C_2 \cdot \left(\frac{m}{2} + u_\alpha \sigma\right), \quad (5.7)$$

де $B(m)$ — сумарні затрати на утримання запасу за одиницю часу.

В умовах ринкової економіки існує питання розрахунку оптимального рівня виробництва для систем з нестійким попитом на готову продукцію.

Імовірнісний характер керованої системи, викликаний нестійкістю попиту, а також вимоги до стабільності ряду показників і наявність певних можливостей маневрування зумовлюють необхідність дослідження адаптивних властивостей рівня виробництва. З метою покращення техніко-економічних показників використовують резерви продукції та ресурсів.

Розрізняють два види матеріальних резервів.

Прямі резерви, що являють собою запас (надлишок) матеріальних ресурсів, які є особливо дефіцитними при коригуванні рівня виробництва.

Непрямі резерви, що являють собою такий обсяг матеріальних ресурсів, узгоджених з рівнем виробництва, тобто необхідних для його виконання, який при можливому коригуванні цього рівня забезпечив би максимальне задоволення попиту на матеріальні ресурси, а затрати, викликані надлишком ресурсів, були б мінімальними.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ ГРИ

1. Теоретико-ігрова модель
2. Інформаційна ситуація
3. Прийняття рішень в умовах ризику
4. Критерії прийняття рішень

Ситуація прийняття рішення в умовах невизначеності та породженого нею ризику передбачає наявність трьох елементів:

1. Концептуальної моделі.
2. Ідентифікованої інформаційної ситуації.
3. Критерію (чи системи критеріїв) прийняття рішення.

Одним з підходів є концепція на базі застосування теоретико-ігрової моделі.

1. Теоретико-ігрова модель

Конфліктні ситуації характеризуються наявністю кількох суб'єктів, що мають, взагалі кажучи, різні цілі. Цілі необов'язково повинні бути антагоністичними (протилежними). Більш того, значно частіше зустрічаються реальні конфлікти, у яких інтереси сторін (суб'єктів) частково збігаються, і, як наслідок, вони зацікавлені у спільних чи скоординованих діях. Такі ситуації досить розповсюджені в економіці.

Концепція теорії гри

Під теорією гри розуміють теорію математичних моделей та методів, пов'язаних з прийняттям раціональних рішень в умовах конфлікту та невизначеності. Широко відомою моделлю прийняття рішень в умовах невизначеності є статична модель, породжена теоретико-ігровою концепцією.

Згідно з концепцією теорії гри ситуація прийняття рішень характеризується множиною $\{X; \Theta; F\}$, де X — множина рішень (стратегій) суб'єкта керування (1-го гравця), Θ — множина станів (стратегій) економічного середовища (ЕС) (2-го гравця), $F = \{f(x, \theta); x \in X; \theta \in \Theta\}$ — функціонал оцінювання (Φ), визначений на множині $X \times \Theta$ і такий, що набуває значення з простору R^1 (одновимірного простору), функція $f(x, \theta)$ — функція виграшу 1-го гравця (суб'єкта керування).

Економічне середовище

Під економічним середовищем надалі будемо розуміти сукупність невизначених чинників (у тому числі й економічних), які впливають на ефективність рішення, що приймається.

У дискретному випадку ЕС являє собою повну групу взаємовиключаючих та взаємодоповнюючих випадкових подій:

$$\Theta = \{\theta_1; \theta_2; \dots; \theta_n\}; \quad \Theta = \theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n;$$

$$P(\Theta) = P(\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n) = P(\theta_1) + P(\theta_2) + \dots + P(\theta_n) = p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1.$$

Функціонал оцінювання

У випадку, коли є дискретними множина стратегій суб'єкта керування $X = \{x_1; x_2; \dots; x_m\}$ та множина станів ЕС $\Theta = \{\theta_1; \theta_2; \dots; \theta_n\}$, функціонал оцінювання задається матрицею:

$$F = F\{f_{kj}; k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n\} = \begin{array}{c|cccc} & \theta_1 & \dots & \theta_j & \dots & \theta_n \\ \hline x_1 & f_{11} & \dots & f_{1j} & \dots & f_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_k & f_{k1} & \dots & f_{kj} & \dots & f_{kn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_m & f_{m1} & \dots & f_{mj} & \dots & f_{mn} \end{array},$$

елемент f_{kj} якої — це кількісна оцінка рішення $x_k \in X$ за умови, що середовище перебуває у стані $\theta_j \in \Theta$.

Рішенню x_k відповідає вектор оцінювання $F_k = \{f_{k1}; f_{k2}; \dots; f_{kn}\}$, $k = 1, \dots, m$.

Функція ризику

Функція ризику визначається як лінійне перетворення позитивно чи негативно заданого інгредієнта ФО до відносних одиниць вимірювання. Таке перетворення встановлює порядок відліку ФО для кожного стану ЕС $\theta_j \in \Theta$:

1) для $F = F^+$, коли мають зафіксований стан економічного середовища $\theta_j \in \Theta$, знаходять величину

$$\ell^{\max}(\theta_j) = \max_{x \in X} f^+(x, \theta_j)$$

і функція ризику визначається у вигляді:

$$r^-(x, \theta_j) = \ell^{\max}(\theta_j) - f^+(x, \theta_j);$$

2) для $F=F^-$ при фіксованому $\theta_j \in \Theta$ знаходять

$$\ell^{\min}(\theta_j) = \min_{x \in X} f^-(x, \theta_j)$$

і функція ризику визначається як

$$r^-(x, \theta_j) = f^-(x, \theta_j) - \ell^{\min}(\theta_j).$$

Матриця ризику

У дискретному випадку, коли $X = \{x_1; x_2; \dots; x_m\}$ та $\Theta = \{\theta_1; \theta_2; \dots; \theta_n\}$, у якості ФО можна використовувати *матрицю ризику* :

$$R^- = \{r_{kj}^- = r^-(x_k, \theta_j); k=1, \dots, m; j=1, \dots, n\}.$$

Вона дає змогу оцінити кількісно відмінні рішення та встановити, наскільки вигідно реалізуються в них існуючі можливості досягнення успіху за наявності ризику. А тому її можна назвати також *матрицею невикористаних можливостей*.

Неперервний випадок

У випадку, коли множини X і Θ є неперервними, суб'єкт керування може обрати будь-яке рішення (стратегію), що належить множині X , а стратегії другого гравця (стани ЕС) характеризуються заданим законом розподілу ймовірностей (наприклад, щільністю розподілу ймовірності $f(\theta)$, $\theta \in \Theta$).

Цікавою з практичної точки зору є *змішана ігрова модель*, коли множина стратегій суб'єкта керування X є дискретною і може набувати скінченну кількість варіантів, а множина станів ЕС Θ є неперервною. У цьому випадку ситуація прийняття рішень характеризується сукупністю функцій:

$$\begin{aligned} F &= \{f(x_k, \theta) = f_k(\theta); x_k \in X; k=1, \dots, m; \theta \in \Theta\} = \\ &= \{f_1(\theta); \dots; f_k(\theta); \dots; f_m(\theta)\}. \end{aligned}$$

Надалі у викладках будемо досліджувати лише дискретний випадок:

$$X = \{x_1; \dots; x_m\}, \Theta = \{\theta_1; \dots; \theta_n\}.$$

2. Інформаційна ситуація

Якість рішення, яке приймається, а також методика його прийняття, залежать від ступеня інформованості суб'єкта керування.

Під інформаційною ситуацією (ІС) з погляду суб'єкта керування (залежно від ступеня його інформованості) розуміють певний ступінь градації невизначеності вибору середовищем своїх станів у момент прийняття рішення.

Класифікатор інформаційних ситуацій, пов'язаних з невизначеністю середовища, можна побудувати таким чином:

I_1 — *перша ІС*. Характеризується заданим розподілом апіорних імовірностей на елементах множин Θ (достатня за обсягом інформація);

I_2 — *друга ІС*. Характеризується заданим законом розподілу ймовірності з точністю до невідомих параметрів (достатня за обсягом інформація, висунута гіпотеза щодо класу функцій, якому належить функція щільності розподілу ймовірності і на основі наявної інформації необхідно оцінити параметри, що характеризують цей клас функцій);

I_3 — *третья ІС*. Характеризується заданою системою (лінійних чи нелінійних) співвідношень на компонентах апіорного розподілу ймовірностей станів ЕС (обсяг інформації про ЕС недостатній);

I_4 — *четверта ІС*. Характеризується невідомим розподілом ймовірностей на елементах множини Θ (інформація про ЕС відсутня);

I_5 — *п'ята ІС*. Характеризується антагоністичними інтересами ЕС у процесі прийняття рішень (обсяг інформації про ЕС достатній);

I_6 — *шоста ІС*. Характеризується як проміжна між I_1 та I_5 при виборі ЕС своїх станів.

Таким чином, наведені інформаційні ситуації є глобальними характеристиками ступеня невизначеності станів ЕС з погляду суб'єкта керування.

3. Прийняття рішень в умовах ризику

Предметом теорії прийняття рішень в умовах невизначеності та зумовленого нею ризику є дослідження законів перетворення апіорної та апостеріорної інформації про стан об'єкта та ЕС в кількісні складові інформації керування, притаманні різним суб'єктам (органам) керування та різним керованим економічним об'єктам (системам).

Основними поняттями (категоріями) теорії прийняття рішень є: система керування; керований об'єкт; суб'єкт керування та прийняття управлінських рішень; економічне середовище; стан об'єкта та середовища; рішення, що приймаються; невизначеність та зумовлений нею ризик; функціонал оцінювання (матриця значень функціоналу оцінювання); ситуація прийняття рішень; інформаційна ситуація; джерело інформації; критерії прийняття рішень тощо.

Для дослідження статистичних моделей прийняття рішень в умовах невизначеності та зумовленого нею ризику виходять із схеми, що передбачає:

1. наявність ідентифікованого економічного середовища, для якого визначена множина взаємовиключаючих та взаємодоповнюючих станів $\theta_j \in \Theta$, $j = 1, \dots, n$, однак у момент прийняття рішення суб'єктові керування невідомо, у якому стані буде перебувати ЕС;
2. наявність у суб'єкта керування:
 - множини взаємовиключаючих рішень $x_k \in X$, одне з яких йому необхідно прийняти;
 - функціонала оцінювання $F = \{f(x_k, \theta_j)\}$, що характеризує «виграш» чи «програш» при виборі рішення $x_k \in X$, якщо ЕС перебуває (буде перебувати) у стані $\theta_j \in \Theta$.

Творча складова процесу прийняття рішення в умовах ризику має вирішальне значення і складається з таких основних кроків:

- Крок1.** Формування множини рішень X та множини Θ станів ЕС;
- Крок2.** Визначення та формалізація основних показників ефективності і корисності, що входять у функціонал оцінювання $F = \{f_{kj}\}$;
- Крок3.** Визначення ІС, що характеризує стратегію поведіння економічного середовища;
- Крок4.** Вибір критерію прийняття рішення з множини критеріїв, що є характерними для обраної (ідентифікованої) ІС;
- Крок5.** Прийняття оптимального рішення за обраним критерієм.

Формальна складова процесу прийняття рішення в умовах ризику складається з таких двох кроків:

Крок1. Проведення розрахунків за існуючими алгоритмами показників ефективності, що входять у визначення ФО;

Крок2. Проведення розрахунків щодо знаходження оптимального розв'язку $x^* \in X$ (чи множини таких розв'язків $X^* \subset X$), згідно з обраним критерієм прийняття рішень.

Вибір конкретного рішення $x_k \in X$ залежить від інформаційної ситуації на множині станів ЕС та обраного критерію прийняття рішень.

4. Критерії прийняття рішень

Під критерієм прийняття рішення розуміють алгоритм, який визначає для кожної ситуації прийняття рішення $\{X; \Theta; F\}$ та ІС єдине оптимальне рішення (розв'язок) $x^* \in X$ або множину таких розв'язків $X^* \subset X$.

Перша інформаційна ситуація (I₁)

У випадку, коли відомий (апріорний) розподіл ймовірностей станів ЕС

$$P = \{p_1; p_2; \dots; p_n\}; \quad p_j = P(\Theta = \theta_j); \quad \sum_{j=1}^n p_j = 1,$$

то має місце інформаційна ситуація I_1 .

Ця ситуація є найбільш розповсюдженою в більшості практичних задач прийняття рішень в умовах ризику. При цьому ефективно використовуються конструктивні методи теорії ймовірностей та математичної статистики.

Розглянемо деякі з основних критеріїв прийняття рішень, що можуть використовуватись у полі цієї інформаційної ситуації.

Критерій Байєса

Критерій Байєса також називають критерієм середньозваженого (сподіваного) прибутку, затрат, ризику тощо.

Згідно з критерієм Байєса у випадку, коли $F = F^+$, оптимальним рішенням x_{k_0} вважається таке, для якого математичне сподівання вектора оцінювання досягає найбільшого можливого значення, знаходять x_{k_0} , виходячи з умови:

$$x_{k_0} :^*) B^+(x_{k_0}; P) = \max_{x_k \in X} B^+(x_k; P),$$

^{*)} Символ «:» у математичній термінології заміняє фразу «для якого».

де $B^+(x_k; P) = \sum_{j=1}^n p_j f_{kj}^+ = M(F_k^+)$.

Якщо ж $F = F^-$, то оптимальне рішення визначається, виходячи з умови:

$$x_{k_0} : B^-(x_{k_0}; P) = \min_{x_k \in X} B^-(x_k; P),$$

де $B^-(x_k; P) = \sum_{j=1}^n p_j f_{kj}^- = M(F_k^-)$.

Якщо максимум досягається на кількох рішеннях з множини X (множину яких позначимо через X^*), то такі рішення називаються *еквівалентними* відносно даного критерію.

Описаний підхід до визначення оптимальної стратегії в теорії статистичних рішень називається *байєсівською стратегією*.

Величина $B^+(x_k; P)$ (чи $B^-(x_k; P)$) називається *байєсівською оцінкою рішення* $x_k \in X$.

Модальний критерій

У випадку, коли $F = F^+$ оптимальне рішення x_{k_0} відшукується з умови:

$$x_{k_0} : f^+(x_{k_0}; Mo(\Theta)) = \max_{x_k \in X} f^+(x_k; Mo(\Theta)),$$

де $Mo(\Theta)$ — мода випадкової величини Θ . У дискретному випадку $Mo(\Theta)$ відповідає станові ЕС, ймовірність настання якого є найбільшою, в неперервному випадку — точці максимуму функції щільності розподілу ймовірності.

У випадку, коли $F = F^-$

$$x_{k_0} : f^-(x_{k_0}; Mo(\Theta)) = \min_{x_k \in X} f^-(x_k; Mo(\Theta)).$$

Критерій мінімальної дисперсії

У випадку, коли $F = F^+$ чи $F = F^-$, оптимальне рішення x_{k_0} задовольняє умову:

$$x_{k_0} : D^-(x_{k_0}; P) = \min_{x_k \in X} D^-(x_k; P),$$

де $D^-(x_k; P) = (\sigma^-(x_k; P))^2 = \sum_{j=1}^n p_j (f_k^\pm - B^\pm(x_k; P))^2$ — величина дисперсії для

рішення x_k .

Обчислення величини $D^-(x_k; P)$ можна здійснити також згідно з формулами:

$$D^-(x_k; P) = \sum_{j=1}^n p_j \left(f_{kj}^+ - \max_{x_k \in X} B^+(x_k; P) \right)^2;$$

$$D^-(x_k; P) = \sum_{j=1}^n p_j \left(f_{kj}^- - \min_{x_k \in X} B^-(x_k; P) \right)^2;$$

$$D^-(x_k; P) = \sum_{j=1}^n p_j \left(f_{kj}^\pm - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m B^\pm(x_k; P) \right)^2.$$

Друга інформаційна ситуація (I₂)

Згідно з класифікатором ця ситуація характеризується заданим законом розподілу ймовірностей з невідомими параметрами. При наявності достатньої за обсягом статистичної інформації здійснюється оцінка параметрів розподілу. Після цього встановлюється розподіл ймовірностей станів ЕС. Для оцінки параметрів закону розподілу можна скористатись відомими методами, наприклад, методом найменших квадратів, методом максимальної правдоподібності тощо.

Третя інформаційна ситуація (I₃)

Для цієї ІС характерним є те, що апіорі закон розподілу ймовірностей станів ЕС невідомий, але відомі деякі лінійні співвідношення на його компонентах. На практиці для оцінки значень ймовірностей (будемо їх позначати, на відміну від точних значень, через $\hat{P}_j, j = 1, \dots, n$) при зроблених певного роду допущеннях щодо апіорного розподілу, мають широке використання *формули Фішберна*.

Четверта інформаційна ситуація (I₄)

Для цієї ІС характерним є повне незнання закону розподілу ймовірностей станів ЕС. А тому вибір розподілу повинен базуватись на певних допущеннях (гіпотезах).

У якості одного з таких допущень можна використати *принцип Бернуллі Лапласа (принцип недостатніх підстав)*, згідно з яким можливі стани економічного середовища розглядаються як рівноймовірні випадкові події, якщо відсутня інформація про умови, за яких кожен стан може відбутися.

Критерій Бернуллі-Лапласа ґрунтується на застосуванні критерію Байєса та принципі недостатніх підстав для одержання оцінок апіорних ймовірностей. Згідно з цим критерієм у випадку, коли $F = F^+$, оптимальним є рішення

$$x_{k_0} : B^+(x_{k_0}; \hat{P}) = \max_{x_k \in X} B^+(x_k; \hat{P}),$$

де

$$B^+(x_k; \hat{P}) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n f_{kj}^+; \quad \hat{P} = \left\{ \frac{1}{n}; \dots; \frac{1}{n} \right\}.$$

Аналогічно будується критерій у випадку, коли функціонал оцінювання має негативний інгредієнт ($F = F^-$).

П'ята інформаційна ситуація (I₅)

Ця ІС характеризується антагоністичними інтересами ЕС щодо суб'єкта керування у процесі прийняття ним своїх рішень. На відміну від «пасивного» ЕС*) *I₅ є активним економічним середовищем*, тобто таким, що активно протидіє досягненню найбільшої ефективності рішень, які приймаються суб'єктом керування. Це досягається шляхом вибору таких своїх станів, які зводять до мінімуму ефективність процесу управління.

Основною стратегією для суб'єкта керування полі I₅ є забезпечення собі гарантованих рівнів значень функціоналу оцінювання, тобто зведення ризику до нуля.

Аналіз процесу прийняття рішень тут аналогічний основним правилам та елементам теорії антагоністичних ігор.

Таким чином, у ситуації *I₅* невизначеність цілком обумовлена тим, що суб'єктові керування невідомо, у якому стані перебуває економічне середовище. Але в теоретичній моделі ступінь невизначеності зменшена в силу припущення, що економічне середовище є антагоністичним по відношенню до суб'єкта керування.

Критерій Вальда

Коли $F = F^+$, то оптимальне (безризикове) рішення x_{k_0} вибирається згідно з принципом *maximin* (максиміну). Схема процесу прийняття оптимального

*) «Пасивне» ЕС характеризують інформаційні ситуації I₁, I₂, I₃, I₄, оскільки згідно з наведеною вище класифікацією стани ЕС в полі цих інформаційних ситуацій реалізуються відповідно до заданого або гіпотетичного закону розподілу ймовірностей.

рішення така: кожному рішенню $x_k \in X$ присвоюють, як показник, його гарантований рівень, який відповідає найменшій (за станами ЕС) компоненті відповідного вектора оцінювання $F_k^+ = \{f_{k1}^+; \dots; f_{kn}^+\}$. Тобто згідно з критерієм Вальда оптимальним є рішення

$$x_{k_0} : \tilde{f}_{k_0}^+ = \max_{x_k \in X} \tilde{f}_k^+ = \max_{x_k \in X} \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+,$$

де
$$\tilde{f}_k^+ = \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+.$$

У випадку, коли $F = F^-$, оптимальне рішення знаходиться згідно з принципом *мінтах* (мінімаксу), а саме:

$$x_{k_0} : \tilde{f}_{k_0}^- = \min_{x_k \in X} \tilde{f}_k^- = \min_{x_k \in X} \max_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^-,$$

де
$$\tilde{f}_k^- = \max_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^-.$$

Слід зазначити, що критерій Вальда має ту перевагу, що він надзвичайно консервативний, тобто безризиковий у такій ситуації, де недоцільно ризикувати.

Шоста інформаційна ситуація (I_6)

Ця ситуація характеризується наявністю чинників, що зумовлюють «проміжну» між I_1, I_2, I_3, I_4 та I_5 поведінку ЕС.

Класичними прикладами критеріїв прийняття компромісних рішень в полі I_6 є критерій Гурвіца, модифіковані критерії та критерій Ходжеса-Лемана. Критерій Гурвіца та модифіковані критерії використовуються для прийняття компромісного рішення в полі однієї інформаційної ситуації, критерій Ходжеса-Лемана — в полях двох різних інформаційних ситуацій.

Згадані вище критерії прийняття рішень (в полі I_6) можна розглядати як часткові випадки загальної ієрархічної моделі прийняття багатоцільових та багатокритеріальних рішень.

Критерій Гурвіца

Критерії Вальда та Севіджа песимістичні в тому сенсі, що з кожним рішенням вони поєднують стан середовища, яке приводить до гарантованих (безризикових) наслідків для прийнятого суб'єктом керування рішення. Для моделювання поведінки середовища, що вважається найкращим для суб'єкта

керування, Гурвіц запропонував використовувати зважену комбінацію найкращого та найгіршого.

Такий підхід до вибору рішень відомий як критерій показника *песимізму-оптимізму*. Особливістю цього критерію є те, що в ньому передбачається не повний антагонізм середовища, а лише частковий.

Згідно з критерієм Гурвіца у випадку, коли $F = F^+$, оптимальним є рішення

$$x_{k_0} : G^+(x_{k_0}; \lambda) = \max_{x_k \in X} G^+(x_k; \lambda),$$

де

$$G^+(x_k; \lambda) = (1 - \lambda) \max_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+ + \lambda \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+; \quad \lambda \in [0; 1].$$

Величину $G_{kl}^+ = G^+(x_k; \lambda)$ називають λ -показником Гурвіца для рішення $x_k \in X$. Вважають, що рішення x_k буде пріоритетнішим (придатнішим), ніж x_ℓ ($x_k \succ x_\ell$) тоді і тільки тоді, коли $G^+(x_k; \lambda) > G^+(x_\ell; \lambda)$.

Відзначимо, що при $\lambda = 1$ $G^+(x_k; \lambda) = \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+$, тобто критерій Гурвіца збігається з критерієм Вальда, а при $\lambda = 0$ $G^+(x_k; \lambda) = \max_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+$, тобто критерій Гурвіца збігається з максимаксним критерієм. У першому з цих випадків вважається, що середовище максимально протидіє цілям суб'єкта управління, в другому, навпаки, середовище найкращим чином допомагає цілям управління. В першому з цих випадків ($\lambda = 1$) поведінка ЕС порівнюється з «розумним» суперником, у другому випадку ($\lambda = 0$) — із «зовсім бездарним» суперником. Однак, якщо вважати, що ці випадки є крайніми, то істинна поведінка середовища буде проміжною і характеризуватиметься величиною $\lambda \in (0; 1)$.

У випадку, коли $F = F^-$, оптимальним є рішення

$$x_{k_0} : G^-(x_{k_0}; \lambda) = \min_{x_k \in X} G^-(x_k; \lambda),$$

де

$$G^-(x_k; \lambda) = (1 - \lambda) \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^- + \lambda \max_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^-; \quad \lambda \in [0; 1].$$

У цьому випадку $x_k \succ x_\ell$ тоді і тільки тоді, коли $G^-(x_k; \lambda) < G^-(x_\ell; \lambda)$. А параметр λ можна інтерпретувати як *коефіцієнт несхильності до ризику*.

Якщо для кожного рішення $x_k \in X$ вводиться свій показник $\lambda_k \in (0,1)$, то має місце *модифікований критерій Гурвіца*. Тоді замість $G^+(x_k; \lambda)$ вводиться λ_k -показник Гурвіца:

$$G^+(x_k; \lambda_k) = (1 - \lambda_k) \max_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+ + \lambda_k \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+.$$

Аналогічно визначається і величина $G^-(x_k; \lambda_k)$.

Щодо вибору коефіцієнта $\lambda \in [0; 1]$, то чіткої методики його обрання немає, але можна запропонувати кілька рекомендацій.

При виборі коефіцієнта λ суб'єктом управління можуть бути використані евристичні методи, пов'язані з його досвідом та знанням особливостей обрання середовищем своїх станів з множини Θ .

Наприклад, чим більш сильні чи переконливі докази про прийняття однієї з крайніх поведінок середовища, тим ближче буде λ до одиниці або нуля. Для значення $\lambda = 1/2$ цілком природно вважати, що суб'єкт управління вважає середовище однаковою мірою як антагоністичним, так і максимально «допомагаючим» цілям управління.

Таким чином, побудована ігрова модель дозволяє сформулювати визначений клас очікуваних сценаріїв дій і зробити вибір у безлічі таких сценаріїв, у яких розглянутий показник ефективності досягає оптимального значення. Перевагою такого методу є простота розрахунків, прозора економічна інтерпретація логіки та одержуваних результатів.

Подальший розвиток моделі можливий як за рахунок змістовнішої постановки задачі (шляхом додавання додаткових обмежень), так і глибшого використання ігрових методів.

Застосування апарата теорії ігор дозволяє краще усвідомлювати конкурентну обстановку на ринку і зводити до мінімуму ступінь ризику.

ІЄРАРХІЧНІ МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

1. Загальна ієрархічна модель та етапи її побудови
2. Побудова моделі багатоцільової та багатокритеріальної задачі
3. Багатокритеріальна модель обґрунтування прийняття рішень

1. Загальна ієрархічна модель та етапи її побудови

Майже кожна більш-менш складна практична задача обґрунтування прийняття рішення доводиться розв'язувати за умов невизначеності, конфлікту та зумовленого ними ризику, з позиції досягнення різних (часто суперечливих) цілей та з використанням при цьому кількох критеріїв оцінювання якості альтернативних рішень. Природним є намагання знаходження способів приведення багатоцільових та багатокритеріальних задач прийняття рішення до задач з одним функціоналом оцінювання, оскільки для останніх існує низка добре відпрацьованих методів розв'язання.

Один з підходів до реалізації цієї ідеї — це розгляд певної економічної проблеми як ієрархічної структури. Суть цього підходу полягає в тому, що кожний елемент (інформаційну базу) вищого рівня ієрархії можна розкласти (деталізувати) на кілька часткових елементів нижчого рівня, які, в свою чергу, деталізуються множиною елементів наступного (нижчого) рівня і т.д. Процес побудови ієрархічної моделі триває доки з'являється можливість побудувати математичні моделі у вигляді цільових функцій (функціоналів оцінювання) для простіших часткових цілей. На найнижчому рівні такої ієрархічної структури знаходяться N елементів — цільових функціоналів оцінювання, до кожного з яких прив'язані m стратегій (рішень, проектів тощо). Одна з них обов'язково повинна прийматись. На верхньому рівні цієї структури знаходиться лише один елемент — інтегрований функціонал оцінювання (до нього також прив'язані m стратегій).

Виокремлюють такі етапи побудови ієрархічної системи:

- 1 - формування множини допустимих рішень (стратегій);
- 2 - формування множини цілей та побудова цільових функцій (функціоналів оцінювання);

- 3 - формування набору критеріїв оцінювання якості рішень (методів згортки інформації);
- 4 - встановлення шкали їх оцінювання (методу нормалізації);
- 5 - виявлення системи пріоритетів суб'єкта управління (прийняття рішення);
- 6 - побудова вирішувальних правил.

2. Побудова моделі багатоцільової та багатокритеріальної задачі

Теоретико-ігровий підхід до побудови цільової моделі

Під ситуацією прийняття багатоцільових рішень розуміють пару $\{X; F\}$, де $X = \{x_1; x_2; \dots; x_m\}$ — множина рішень (проектів) суб'єкта керування, $F = \{F_1; F_2; \dots; F_Q\}$ — множина локальних функціоналів оцінювання, $F_q = \{f_{kj}^q, k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n; q = 1, \dots, Q\}$ - q -ий (локальний) функціонал оцінювання

Обґрунтування прийняття багатоцільових рішень за умов невизначеності, конфлікту та зумовленого ними ризику здійснюється з використанням теоретико-ігрового підходу шляхом аналізу трьох множин: альтернативних рішень, станів економічного середовища та функціоналів оцінювання.

Формування набору критеріїв і розробка шкал їх оцінювання

Набір критеріїв вважають повним, якщо використання будь-яких додаткових критеріїв не змінює результатів розв'язання задачі, а відкидання хоча б одного з обраних критеріїв, навпаки, призводить до зміни результатів.

Крім розглянутої вище вимоги (повноти) до набору критеріїв, висувуються інші, а саме: операційність, декомпозиційність, ненадмірність, мінімальність, вимірність. Ці вимоги містять протиріччя, які не можуть бути задоволені всі одночасно. Тому під час формування набору критеріїв в реальних задачах для задоволення цих вимог необхідно йти на компроміси.

Формування набору критеріїв дає змогу виділити ті аспекти наслідків, які повинні братись до уваги при порівнянні різноманітних варіантів рішень. А тому виникає необхідність в розробці шкал для оцінювання критеріїв.

Для подальшого переходу до порівняльних шкал щодо елементів функціоналів оцінювання застосовується *нормалізація*. Деякі методи нормалізації наведено в табл. 7.1.

Методи нормалізації

Метод нормалізації	Математичний запис
Зміна інгредієнта	$-f_k^q; 1/f_k^q$
Відносної нормалізації	$f_k^q / \max_{X_k \in X} f_k^q; f_k^q / \min_{X_k \in X} f_k^q$
Порівняльної нормалізації	$f_k^q - \min_{X_k \in X} f_k^q; \max_{X_k \in X} f_k^q - f_k^q$
Природної нормалізації	$\left(f_k^q - \min_{X_k \in X} f_k^q \right) / \left(\max_{X_k \in X} f_k^q - \min_{X_k \in X} f_k^q \right)$
Севіджа	$\left(\max_{X_k \in X} f_k^q - f_k^q \right) / \left(\max_{X_k \in X} f_k^q - \min_{X_k \in X} f_k^q \right)$

Виявлення системи пріоритетів прийняття рішення

Виявлення системи пріоритетів в межах моделі багатоцільової оптимізації ґрунтується на висловлюванні особи, яка приймає рішення, деяких суджень про вплив певних змін окремих компонент векторних оцінок чи наборів цих компонент на пріоритетність (цінність, корисність) варіантів рішень. Сукупність таких тверджень є інформацією про систему пріоритетів суб'єкта керування.

Найпоширенішими є такі характеристики пріоритету:

- а) ряд пріоритету (RI);
- б) ряд бінарних відношень пріоритету (RV);
- в) вектор вагових коефіцієнтів (U).

Якщо розглядаються Q об'єктів, то компонента u_q вектора вагових коефіцієнтів $U = \{u_1, u_2, \dots, u_Q\}$ є величиною, що визначає відносну перевагу q -го об'єкта над рештою. Компоненти вагового вектора U зв'язані між собою співвідношеннями

$$0 \leq u_q \leq 1; \sum_{q=1}^Q u_q = 1.$$

Таблиця 7.2

Принципи урахування пріоритету

Принцип урахування пріоритету	Математичний запис
Лінійний	$u_q \cdot f_k^q$
Показниковий	$\left(f_k^q \right)^{u_q}$

Побудова вирішувальних правил

Вирішувальне правило являє собою алгоритм впорядкування векторних оцінок на основі інформації про систему пріоритетів суб'єкта керування. Саме на етапі побудови вирішувального правила проводиться конкретизація поняття «пріоритет» і тим самим визначається впорядкованість рішень.

Вирішувальні правила, що використовуються в багатокритеріальних задачах, можна розподілити:

- за принципами побудови — на евристичні та аксіоматичні;
- відповідно до процедур побудови — на однокрокові та багатокрокові;
- за призначенням — на правила, які приводять до повного або часткового впорядкування множини допустимих рішень.

Аксіоматичний підхід до побудови вирішувальних правил передбачає прийняття ряду аксіом про множину структур пріоритетів суб'єкта керування, про можливість одержання певних видів інформації відносно пріоритетів тощо. Вирішувальні правила, задані таким чином, орієнтовані на повне впорядкування рішень.

Евристичний підхід полягає в тому, що пропонується певна конкретна схема побудови вирішувального правила певного виду (або конкретне вирішувальне правило), яке підкріплюється думками експертів (не підтвердженими чітко сформульованими припущеннями, з яких вони випливають).

Вирішувальні правила, що пропонуються на основі евристичного підходу, часто мають вигляд функції корисності і можуть розглядатися як методи згортки інформації, що відповідає системі критеріїв прийняття рішень.

Згортання інформації

Під *методом (оператором) згортки інформації*, що відповідає певному критерію, розуміють внутрішню частину цього критерію, яка здійснює перетворення початкової інформації (найчастіше заданій у вигляді матриці) до зручного, щодо застосування критеріїв прийняття рішення, вигляду (стовпчика). Отже, етап згортання інформації завжди передує моменту формального вибору рішення серед альтернативних варіантів. Позначення цієї операції: " \xrightarrow{K} ", де K — це ознака критерію, на основі якого здійснюється згортання.

Критерії прийняття рішень при наявності зваженої інформації наведено в табл. 7.3.

Таблиця 7.3

Критерії прийняття рішень

Критерії прийняття рішення	Математичний запис критерію прийняття рішення	
	Позитивний інгредієнт ($F = F^+$)	Негативний інгредієнт ($F = F^-$)
Зваженого гарантованого результату	$x_{k_0} : \tilde{f}_{k_0}^+ = \max_{x_k \in X} \min_{q=1, Q} (f_k^q \cdot u_q)$	$x_{k_0} : \tilde{f}_{k_0}^- = \min_{x_k \in X} \max_{q=1, Q} (f_k^q \cdot u_q)$
Зваженого домінуючого результату	$x_{k_0} : \tilde{f}_{k_0}^+ = \max_{x_k \in X} \max_{q=1, Q} (f_k^q \cdot u_q)$	$x_{k_0} : \tilde{f}_{k_0}^- = \min_{x_k \in X} \min_{q=1, Q} (f_k^q \cdot u_q)$
Зваженої сумарної ефективності	$x_{k_0} : \tilde{f}_{k_0}^+ = \max_{x_k \in X} \sum_{q=1}^Q (f_k^q \cdot u_q)$	$x_{k_0} : \tilde{f}_{k_0}^- = \min_{x_k \in X} \sum_{q=1}^Q (f_k^q \cdot u_q)$
Зваженої рівномірності	$x_{k_0} : \tilde{f}_{k_0}^+ = \max_{x_k \in X} \prod_{q=1}^Q (f_k^q)^{u_q}, f_k^q > 0$	$x_{k_0} : \tilde{f}_{k_0}^- = \min_{x_k \in X} \prod_{q=1}^Q (f_k^q)^{u_q}, f_k^q > 0$
Рівності	$x_{k_0} : f_{k_0}^1 = f_{k_0}^2 = \dots = f_{k_0}^Q$	

Критерій зваженого гарантованого результату. Його суть полягає в знаходженні такого рішення x_{k_0} , яке б підвищувало рівень всіх критеріїв за рахунок максимального «підтягування» найгіршого з критеріїв (критерію, що забезпечує найгірший результат).

Критерій зваженої сумарної ефективності (абсолютної уступки) стверджує, що справедливим є такий компроміс, при якому сумарний абсолютний рівень зниження якості одного чи кількох критеріїв не перевищує сумарного абсолютного рівня якості за рахунок підвищення решти критеріїв.

Критерій рівномірності (відносної уступки) стверджує, що справедливим є такий компроміс, при якому сумарний відносний рівень зниження якості одного чи кількох критеріїв не перевищує сумарного відносного рівня підвищення якості по решті критеріїв. Цей критерій є достатньо чутливим до величини кожного з критеріїв, що приводить до значного згладжування рівнів локальних критеріїв. Слід зазначити також, що важливою перевагою цього критерію є те, що він є інваріантним щодо масштабу вимірювання критерію.

Критерій рівності. Суть його полягає в тому, що оптимальним вважається таке рішення, яке забезпечує рівні значення всім локальним критеріям.

На основі кожного з критеріїв, наведених в табл. 7.3, можна побудувати відповідний метод (оператор) згортки зваженої інформації. Надалі при побудові ієрархічних моделей прийняття рішень, для позначення оператора зваженого згортання інформації будемо використовувати символ KU .

3. Багатокритеріальна модель обґрунтування прийняття рішень

Одноцільова багатокритеріальна задача прийняття рішень в полі однієї інформаційної ситуації

При наявності однієї цілі (одного цільового функціонала оцінювання) в полі вибраної інформаційної ситуації актуальною стає проблема знаходження рішення, яке є компромісним відносно кількох критеріїв оптимальності (які є характерними для даної ІС).

У цьому випадку прийняття рішення доцільно здійснювати згідно з ієрархічною моделлю (схемою) прийняття рішень, наведеною на рис. 7.1.

На рис. 7.1 використані такі умовні позначення:

K_S^j — оператори згортання функціонала оцінювання F , які відповідають критеріям прийняття рішень, що використовуються в полі інформаційної ситуації I_j , $j = 1, \dots, 5$; $s = 1, \dots, s_j$;

s_j — кількість операторів згортання, що використовуються в полі ІС I_j ,
 $j = 1, \dots, 5$;

FK_S^j — вектор-стовпчик рейтингів альтернативних рішень, який є результатом згортання матриці F за допомогою оператора K_S^j ,
 $j = 1, \dots, 5$; $s = 1, \dots, s_j$;

$U_j^k = \{u_{j1}^k, \dots, u_{js_j}^k\}$ — вектор вагових коефіцієнтів, що відображають пріоритетність критеріїв прийняття рішень щодо j -ої ІС ($u_{js}^k \geq 0$; $\sum_{s=1}^{s_j} u_{js}^k = 1$);

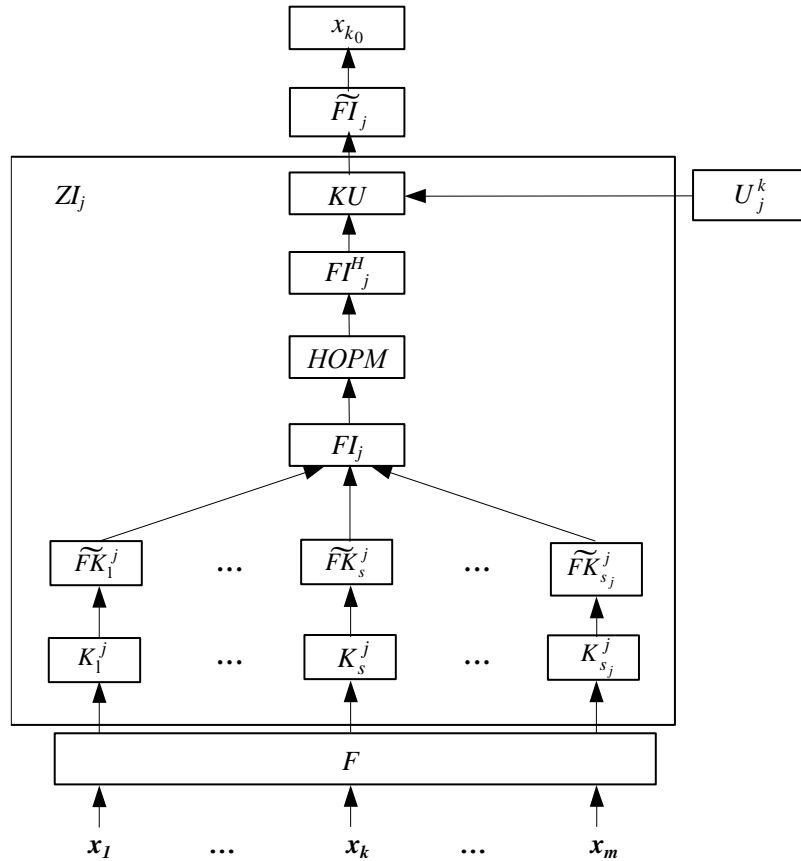


Рис. 7.1. Ієрархічна модель прийняття рішення в полі однієї інформаційної ситуації I_j ($j = 1, \dots, 5$) (при наявності одного функціонала оцінювання)

FI_j — інтегральний функціонал оцінювання (матриця розмірів $m \times s_j$), утворений з векторів-стовпчиків FK_s^j , $s = 1, \dots, s_j$;

\sim $HOPM$ — оператор нормалізації матриці FI_j ;

FI_j^H — нормалізована матриця;

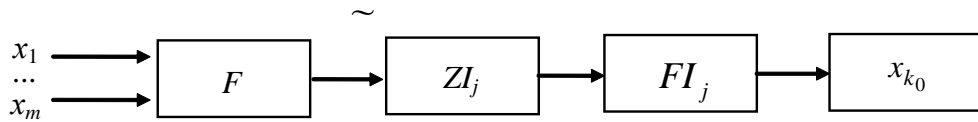
KU — оператор згортання матриці FI_j^H з урахуванням коефіцієнтів пріоритету, що становлять вектор пріоритету $U_j^k = \{u_{jl}^k, \dots, u_{js_j}^k\}$;

FI_j — вектор-стовпчик, який відображає рейтинги альтернативних рішень і отриманий в результаті зваженого згортання матриці FI_j^H за допомогою оператора KU ;

x_{k_0} — компромісне (оптимальне) рішення;

ZI_j — оператор згортання функціонала оцінювання F в полі IC_j .

Використовуючи введені позначення, ієрархічну модель прийняття рішення в полі однієї інформаційної ситуації при наявному одному функціоналі оцінювання можна представити у вигляді:



Одноцільова багатокритеріальна задача прийняття рішень в полі кількох інформаційних ситуацій

У практичній діяльності можливе поєднання інформаційних ситуацій.

Прийняття рішень в зазначених (а також інших) «проміжкових» ситуаціях доцільно здійснювати згідно з ієрархічною моделлю, наведеною на рис. 7.2, яка відображає ситуацію прийняття рішення на основі одного (цільового) ФО в полі кількох інформаційних ситуацій.

На рис. 7.2. використано умовні позначення, які вже мали місце раніше (рис. 7.1), і крім того:

FF — інтегральний функціонал оцінювання (матриця розмірів $m \times 5$), утворений з векторів-стовпчиків $\tilde{FI}_s, s = 1, \dots, 5$;

$U^I = \{u_1^I, \dots, u_5^I\}$ — вектор вагових коефіцієнтів, що відображають пріоритетність інформаційних ситуацій ($u_s^I \geq 0, \sum_{s=1}^5 u_s^I = 1$);

FF — вектор-стовпчик рейтингів альтернативних рішень, отриманий в результаті зваженого згортання матриці FF за допомогою оператора KU (зваженого згортання);

ZF — оператор згортання функціонала оцінювання F в полі кількох інформаційних ситуацій.

Використовуючи введені позначення, ієрархічну задачу прийняття рішення в полі кількох інформаційних ситуацій при наявному одному функціоналу оцінювання можна записати у вигляді:

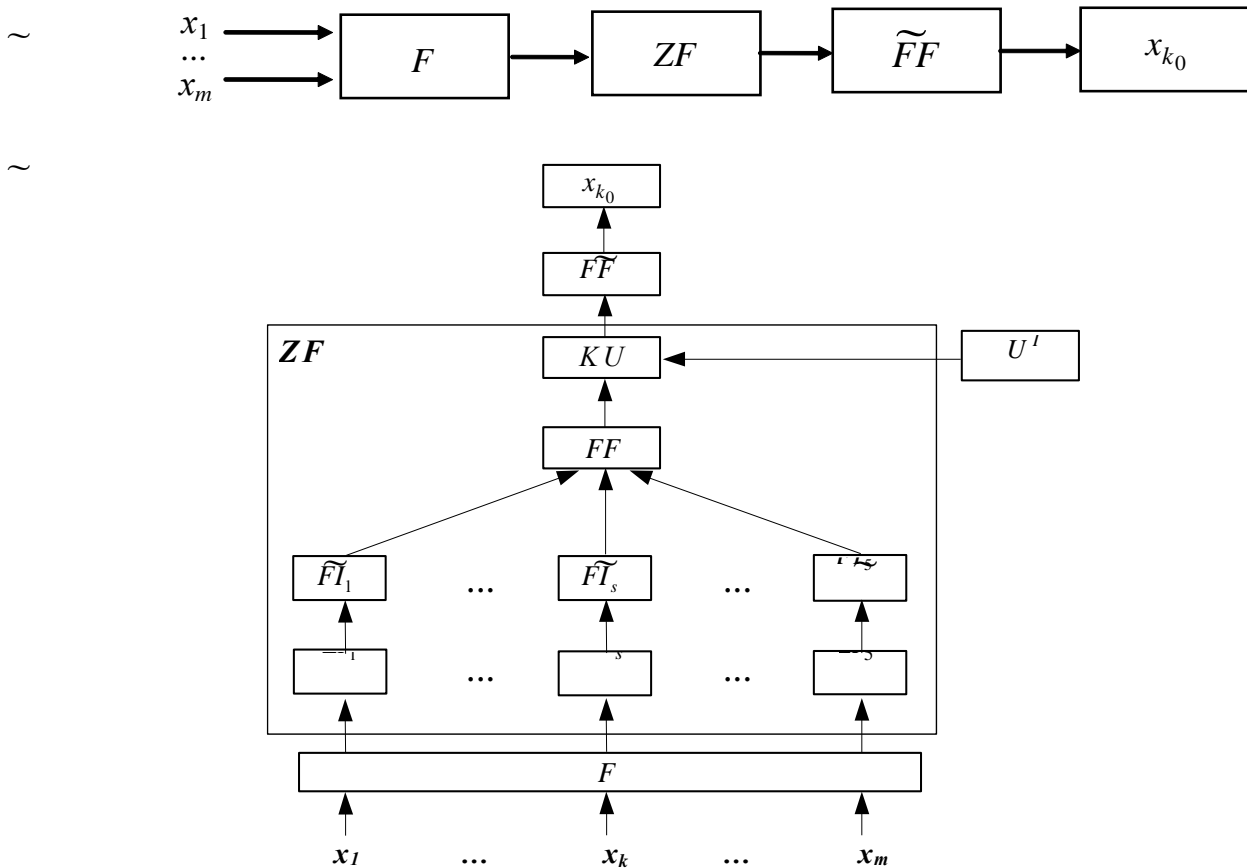


Рис. 7.2. Ієрархічна модель прийняття рішення в полі кількох інформаційних ситуацій (при наявності одного функціонала оцінювання)

Багатоцільова та багатокритеріальна задача прийняття рішень в полі кількох інформаційних ситуацій

Процес прийняття компромісного рішення з урахуванням різних (часто суперечливих) цілей (ситуація багатьох цільових ФО) може розглядатись як ієрархічна модель, наведена на рис. 7.3. Остання враховує також можливість компромісу в полі кількох ІС.

На рис. 7.3 використані умовні позначення, які вже мали місце на рис. 7.1 та 7.2, і крім цього:

F_1, \dots, F_N — функціонали оцінювання;

ZF_ℓ — оператор згортання функціонала оцінювання $F_\ell, \ell = 1, \dots, N$;

FF_ℓ — вектор-стовпчик, отриманий в результаті згортання функціонала оцінювання $F_\ell, \ell = 1, \dots, N$;

$F\Sigma$ — інтегральний функціонал оцінювання (матриця розмірів $m \times N$), який утворений з векторів-стовпчиків FF_ℓ , $\ell = 1, \dots, N$;

$F\Sigma$ — вектор-стовпчик рейтингів альтернативних рішень, отриманий в результаті зваженого згортання матриці $F\Sigma$ за допомогою оператора KU ;

$U^F = \{ u_1^F, \dots, u_N^F \}$ — вектор вагових коефіцієнтів, що відображають пріоритетність відповідних функціоналів оцінювання $\left(u_l^F \geq 0; \sum_{l=1}^N u_l^F = 1 \right)$;

ZNF — оператор згортання N функціоналів оцінювання в полі кількох інформаційних ситуацій.

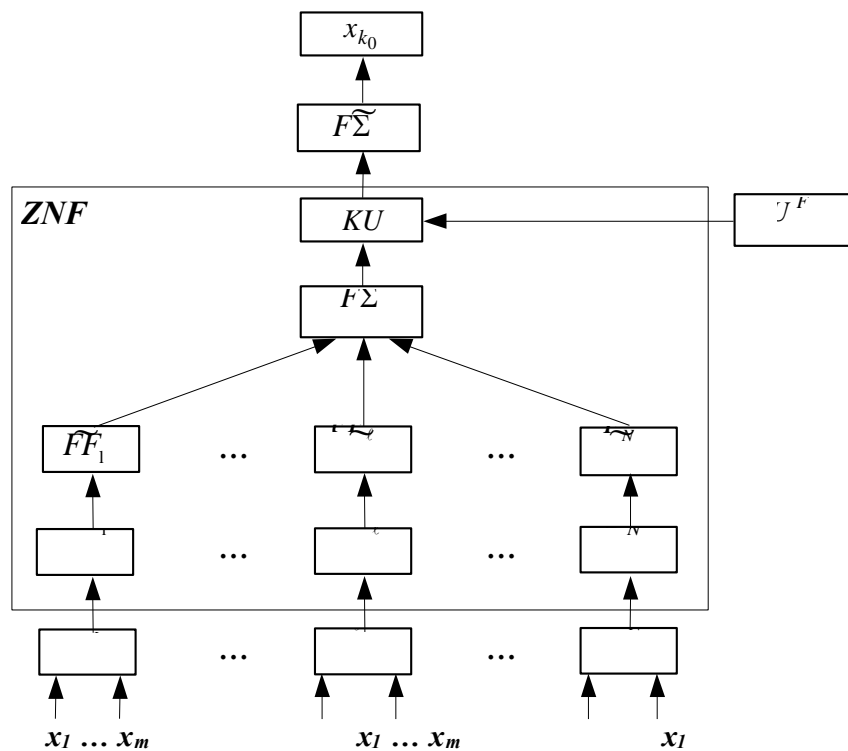
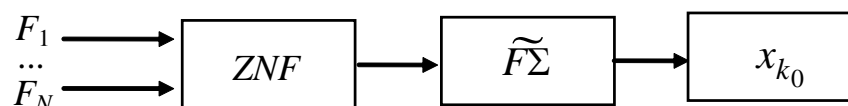


Рис. 7.3. Ієрархічна модель прийняття рішення при наявності N функціоналів оцінювання

Використовуючи введені позначення, ієрархічну задачу прийняття рішення в полі кількох інформаційних ситуацій при наявному одному функціоналу оцінювання можна записати у вигляді:



МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РИЗИКУ ПРИ ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ З РЕАЛЬНИХ ІНВЕСТИЦІЙ (ВАРТІСТЬ, ЧАС ТА РИЗИК)

1. Вартість і час
2. Модель рівноваги ринку капіталів (CAPM)
3. Вплив ризику та інфляції на норму відсотка
4. Оцінка ринкової вартості підприємства та ризик

1. Вартість і час

В економіці співвідношенню «гроші — час» приділяють виключно велику увагу. Фінансові менеджери часто розв'язують задачу визначення *теперішньої вартості грошових засобів (Present Value — PV)* та їхньої *майбутньої вартості (Future Value — FV)*, тобто вартості грошей з урахуванням добавлених відсоткових виплат. Вирішення проблеми щодо вартості грошей у часі ґрунтується на аналізі зв'язку між чотирма змінними: — це теперішня вартість PV , майбутня вартість FV_t (вартість капіталу через t років), норма відсотка (дисконту) R , час t . Зв'язок між цими чотирма змінними встановлюють рівняння:

$$FV_t = PV \cdot (1 + R)^t \quad (8.1)$$

або ж
$$PV = \frac{FV_t}{(1 + R)^t} \quad (8.2)$$

Норма дисконту

Важливим етапом у таких розрахунках є визначення норми дисконту R , за допомогою якої зіставляються різночасові затрати та доходи.

Суть ряду фінансових розрахунків зводиться до того, щоб за відомою теперішньою вартістю грошових ресурсів визначити майбутні розміри виплат, і навпаки, — знаючи майбутні доходи, обчислити теперішню вартість ресурсів.

У першому випадку на теперішню вартість нараховується відсоткова ставка, в другому — з майбутньої вартості відраховується дисконтна ставка.

У розрахунках важливу роль відіграє встановлення науково обґрунтованої норми (ставки) дисконту.

Під нормою дисконту розуміють норму доходу на альтернативні та доступні на ринку інвестиційні можливості з приблизно таким же рівнем ризику. Це та норма віддачі на вкладений капітал, яка може стимулювати інвесторів до відповідних внесків.

Існує просте *правило*: високий ризик означає високу ставку дисконту (капіталізації), малий ризик — низьку дисконтну ставку.

Загалом для оцінки дисконтних ставок використовуються такі *принципи*:

1) з двох майбутніх надходжень вищу дисконтну ставку має те, що надійде пізніше;

2) чим нижчий сподіваний рівень ризику, тим нижчою повинна бути ставка дисконту;

3) якщо загальні відсоткові ставки на ринку ростуть, то ростуть і дисконтні ставки.

Інвестори досить часто визначають ставки дисконту (норму відсотка) R шляхом додавання до ставки (норми) безризикової віддачі R_F (наприклад, норми річного доходу по державних цінних паперах) так званої «премії за ризик».

2. Модель рівноваги ринку капіталів (CAPM)

Найбільш відомою і досить простою моделлю урахування ризику при обчисленні норми дисконту є *модель рівноваги ринку капіталів* (цінних паперів). В іноземній літературі цю модель можна зустріти під назвою *CAPM* (*Capital Asset Pricing Model*).

У цій моделі ринок ЦП розглядається з точки зору двох основних характеристик кожного ПЦП: сподіваної норми прибутку m_{II} і ризику портфеля β (як міра (ступінь) ризику ПЦП тут приймається коефіцієнт бета β).

У системі координат « $\beta - m_{II}$ » кожному ПЦП (рис. 8.1) відповідає точка на площині. Розглянемо три ПЦП: $F(0; m_F)$; $M(1; m_M)$ та $X(\beta; m)$, $0 < \beta < 1$.

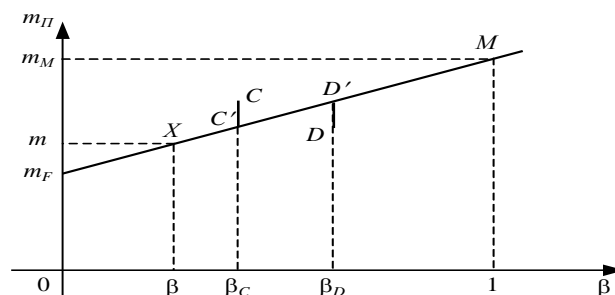


Рис. 8.1. Модель рівноваги ринку капіталів

Портфель F ($0; m_F$) складається лише з вкладень, не обтяжених ризиком. Портфель M ($1; m_M$) — це *ринковий портфель* (ефективний ПЦП), що складається лише з акцій, обтяжених ризиком.

Лінія FM називається *лінією ринку капіталів*. Знаючи координати точок F ($0; m_F$), M ($1; m_M$) та вважаючи, що точка X ($\beta; m$) відображає будь-який ПЦП, що належить лінії ринку, отримуємо рівняння прямої FM :

$$\frac{m - m_F}{m_M - m_F} = \frac{\beta - 0}{1 - 0} \Rightarrow m = m_F + \beta \cdot (m_M - m_F).$$

3. Вплив ризику та інфляції на величину сподіваної норми відсотка

Умови, на яких підприємства (фірми) можуть скористатися зовнішніми джерелами капіталу, залежать від ситуації, яка складається на ринку капіталів. Важливим параметром цього ринку є норма відсотка.

Норма відсотка є ціною, яку боржник сплачує кредиторів за позичку, тобто за одержані грошові фонди.

Найбільш суттєво на рівень норми відсотка (норми дисконту) впливають такі чинники, як інфляція і ризик.

Для аналізу впливу інфляції на формування норми відсотка необхідно розрізнити такі поняття, як номінальна і реальна норма відсотка.

Згідно з класичною теорією норми відсотка І. Фішера *реальна норма відсотка* — це норма, що врівноважує попит та пропозицію на ринку капіталу.

Номінальна норма відсотка — це та норма, згідно з якою кредитор отримує винагороду за представлені ним фонди (винагорода за утримання від теперішнього споживання).

Значимо, що і ті, що надають кредит, і ті, що його беруть, враховують в розрахунках норму (темпи) інфляції, котра, на їх думку, буде мати місце протягом періоду, на який надається кредит (грошові фонди). В момент, коли береться позика і обговорюється величина відсотка, обидві сторони діють в умовах невизначеності щодо рівня реальної норми (темпів) інфляції та відповідної норми відсотка. Кредитор може домагатися додаткової премії за ризик інфляції. Враховуючи це, запишемо, що *номінальна норма відсотка*

$$R = R_r + R_i + R_{ir},$$

де R - номінальна норма відсотка, R_r - реальна норма відсотка, R_i - інфляційна премія (сподівана норма інфляції), R_{ir} — премія за інфляційний ризик (ризик того, що норма (темпи) інфляції буде вищою, ніж сподівана).

Ризиком обтяжені усі види ЦП (інвестицій): і ті, що дають статус власника (акції), так і ті, що підтверджують існування стосунків кредиту (облігації).

Слід зазначити, що раціональний інвестор буде купувати ЦП, обтяжені високим ризиком, лише тоді, коли цей ризик буде компенсовано відповідним чином, тобто коли сподівана норма доходу цього папера буде теж високою. Враховуючи це можна стверджувати, що рівень норми відсотка, який задає інвестор щодо різних вкладень, буде визначатися таким рівнянням:

$$R = R_r + R_i + R_{ir} + R_p,$$

де R_p — премія за ризик інвестиційного проекту.

Врахування темпу інфляції

Якщо є дані для оцінки коефіцієнта β щодо інвестиційного проекту, то, використовуючи модель рівноваги ринку капіталів, можна записати:

$$R = R_F + \beta \cdot (R_M - R_F), \quad (8.3)$$

де R — необхідна норма відсотка, R_F — безпечна норма відсотка, β — коефіцієнт систематичного ризику, пов'язаного з даним видом інвестиційних проектів, R_M — середньоринкова норма відсотка.

Реальна норма відсотка R_r повинна включати в себе інфляційну премію — надбавку до реальної норми відсотка (компенсує інфляційне знецінення грошей)

Обчислення номінальної норми відсотка R необхідно проводити за допомогою формули, яка була виведена І. Фішером: якщо інвестована сума дорівнює одиниці, то через певний період (рік) ця сума стане рівною $1 + R_r$ завдяки приросту вартості, що відповідає реальній нормі відсотка R_r . Але через інфляцію, річний (прогнозований) темп якої дорівнює i , потік доходів повинен бути збільшений в $(1 + i)$ разів.

$$(1 + R) = (1 + R_r) \cdot (1 + i) = 1 + R_r + i + i \cdot R_r,$$

звідки отримуємо:

$$R = R_r + i + i \cdot R_r. \quad (8.4)$$

Врахування премії за ризик та за інфляцію

Для розрахунку номінальної норми відсотка, яка враховує і премію за ризик, і премію за інфляцію, використовуючи формулу (10.4), одержимо:

$$R_M = R_{rM} + i + i \cdot R_{rM}, \quad (8.5)$$

$$R_F = R_{rF} + i + i \cdot R_{rF}, \quad (8.6)$$

де R_{rM} — реальна середньоринкова норма відсотка, i — прогнозований темп інфляції, R_F — номінальна безпечна норма відсотка, R_{rF} — реальна безпечна норма відсотка.

Підставляючи R_M та R_F з (8.5) та (8.6) у формулу (8.3), одержимо:

$$R = R_{rF} + i + i \cdot R_{rF} + \beta \cdot (R_{rM} - R_{rF}) + \beta \cdot i \cdot (R_{rM} - R_{rF}). \quad (8.7)$$

На практиці здебільшого використовують спрощену формулу:

$$R = R_{rF} + i + \beta \cdot (R_{rM} - R_{rF}). \quad (8.8)$$

Формула (8.8) дає правильні (наближені) результати лише тоді, коли реальні норми (ставки) відсотка R_{rF} , R_{rM} і, особливо, темпи інфляції i — малі, що характерно в останні роки для розвинутих країн з ринковою економікою.

Коли ж рівень інфляції значний, формула (8.8), то спрощена формула дає неправильні (занижені) результати. У низці праць наводиться така формула:

$$R = R_{rF} + i + i \cdot R_{rF} + \beta \cdot (R_{rM} - R_{rF}).$$

4. Оцінка ринкової вартості підприємства та ризик

Важливим чинником щодо оцінки ринкової вартості підприємства є величина потоку доходів, які це підприємство приносить своєму власникові.

Інвестор вчинить раціонально, вкладаючи свої грошові засоби у ті підприємства, які приносять найвищий дохід (найвищу норму доходу).

Якщо припустити, що у прийнятті рішень інвестори керуються лише двома параметрами (сподіваною нормою доходу та ступенем ризику), то для обчислення теперішньої вартості потоку майбутніх доходів, які власник активів сподівається отримати, можна скористатися формулою:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1 + R)^t},$$

де NPV — теперішня номінальна вартість потоку майбутніх доходів, B_t — номінальні грошові доходи у відповідні періоди (роки), R — норма дисконту (з урахуванням ризику та інфляції).

Тема 9

МОДЕЛЬ ЗАМІНИ ЗАСТАРІЛИХ ОСНОВНИХ ВИРОБНИЧИХ ФОНДІВ

1. Постановка задачі заміни застарілих фондів
2. Принципи оптимізації
3. Основне рівняння динамічного програмування

В сучасних умовах господарювання потребує вирішення проблема високого рівня зносу виробничого обладнання, що визначає ризик припинення виробничого процесу внаслідок виходу із ладу застарілих одиниць. Заміну старого обладнання можна розглядати як задачу динамічного програмування.

1 Постановка задачі

Нехай маємо деяку фізичну систему, яка з плином часу може міняти свій стан (процес старіння), тобто в системі відбувається якийсь процес. Поставимо задачу керувати цим процесом.

В якості системи S виступає обладнання підприємства. Стан цієї системи визначається часом використання цього обладнання — t (його вік). В якості управління виступають рішення про заміну та збереження обладнання, які приймаються на початку кожного року. Тоді задача полягає у знаходженні такої стратегії управління, щоб загальний прибуток підприємства за період планування максимальний.

Цю задачу можна поділити на два етапи. На першому етапі при розгляді років, починаючи з n -го і закінчуючи першим, для кожного допустимого стану обладнання знаходяться умови оптимальності управління (рішення), а на другому етапі, починаючи з першого року і закінчуючи n -м, із умов оптимальних рішень для кожного року складається оптимальний план заміни обладнання на період експлуатації.

Отже, система S може з початкового стану S_0 перейти в кінцевий стан S_m , але не просто, а під дією деякого управління U (рис. 9.1.)

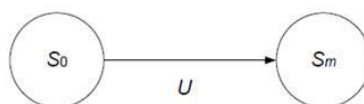


Рисунок 9.1 Схема станів системи

Управління має бути таким, щоб воно дало деякий «виграш», який позначимо через W . Цей виграш залежить від управління, тобто:

$$W = f(U). \quad (9.1)$$

Очевидно, що ми повинні знайти таке управління, при якому виграш буде максимальним, тобто:

$$W_{max} = \max\{f(u)\}, \quad (9.2)$$

де U – можливі управління;

u – оптимальне управління;

\max – «максимум по u , тобто максимальне значення $f(u)$ при всіх можливих управліннях U .

Отже, загальну задачу динамічного програмування можна сформульовані так: з безлічі можливих управлінь U треба знайти таке оптимальний управління U , яке переводить фізичну систему S з початкового стану S_0 в кінцевий стан S_m так, щоб при цьому виграш W звертається в максимум.

2. Принципи оптимізації

Принципи оптимізації зводяться до наступного:

а) Процес переміщення системи зі стану S_0 в стан S_m розбивається штучно або природно на кілька кроків (етапів) (рис. 9.2. та 9.3.).

У даному випадку маємо t кроків.

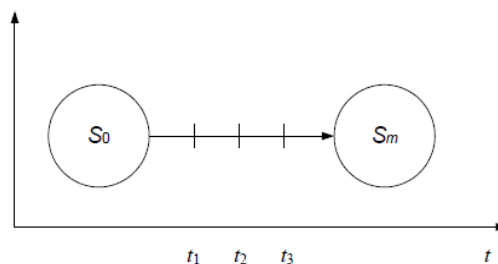


Рисунок 9.2 Процес переміщення системи зі стану S_0 в стан S_m

б) Виконується покрокова оптимізація (turn-based optimization), яка полягає в отриманні виграшу на кожному кроці.

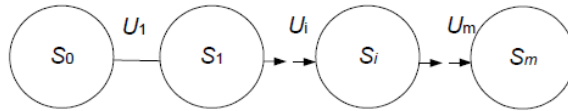


Рисунок 9.3 Процес переміщення системи зі стану S_0 в стан S_m , розбитий на кілька кроків

Якщо виберемо на першому кроці управління U_1 , то вигрaш на цьому кроці від прийнятого управління складе:

$$W_1 = f(S_0, U_1). \quad (9.3)$$

Для i -го кроку з керуванням U_i вигрaш складе:

$$W_i = f(S_{i-1}, U_i) \quad \text{і т.д.} \quad (9.4)$$

Тобто вигрaш на i -му кроці є функція стану і прийнятого управління. Процедура побудови оптимального управління включає дві стадії: попередню (умовну); остаточну (безумовну).

Попередня (умовна) оптимізація (conventional optimization) проводиться по кроках у зворотному порядку – від останнього кроку до першого. На попередній стадії визначається для кожного кроку умовне оптимальне управління і умовний оптимальний вигрaш.

Остаточна (безумовна) оптимізація проводиться також по кроках, але в природному порядку - від першого кроку до останнього.

На остаточній стадії визначається для кожного кроку остаточне (безумовне) оптимальне управління і безумовний оптимальний вигрaш. В основі процедури оптимізації задач динамічного програмування лежить рівняння Беллмана.

3 Основне рівняння динамічного програмування

Нехай маємо задачу динамічного програмування, розглядаючи процес переходу системи S зі стану S_0 у стан S_m .

Для вирішення даної задачі процес переходу системи зі стану S_0 в стан S_m розбиваємо на t кроків. Отримуємо (рис. 9.4.).

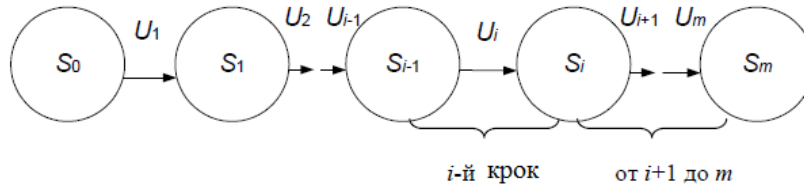


Рисунок 9.4 Процес переходу системи зі стану S_0 в стан S_m

Будемо керувати цим процесом, тобто приймати управління $U_1 \rightarrow U_2 \rightarrow \dots$ і т.д.

1. Виберемо на i -му кроці управління U_i , яке дає на цьому кроці виграш W_i ,

$$W_i = f(S_{i-1}, U_i) = W_i(S_{i-1}, U_i). \quad (9.5)$$

Подібний виграш ми можемо мати на кожному кроці від 1 до m .

2. Позначимо оптимальний загальний виграш, одержуваний на всіх кроках наступних за i через

$$W_{i+1}^*(S_i) \quad (9.6)$$

загальний виграш на кроках від $(i+1)$, ..., до m , який вибирається оптимальним.

3. Таким чином, загальний виграш, який ми маємо на всіх кроках, починаючи з i -го, можемо представити формулою:

$$W_i(S_{i-1}) = w_i(S_{i-1}, U_i) + W_{i+1}^*(S_i) \quad (9.7)$$

тобто загальний виграш дорівнює сумі виграшів:

- виграш на i -му кроці - W_i ;
- і оптимальний виграш на всіх наступних кроках, починаючи з

$$i + 1 \text{ до } m \quad - \quad W_{i+1}^*(S_i)$$

4. Відповідно до принципу оптимізації, ми повинні вибрати на i -му кроці таке управління U_i , при якому виграш був би максимальним, тобто:

$$W_i^*(S_{i-1}) = \max_{U_i} \{w_i(S_{i-1}, U_i) + W_{i+1}^*(S_i)\} \quad (9.8)$$

Вираз (9.1) характеризує умовний оптимальний виграш на всіх кроках з i -го до m (до кінця) і називається рекурентним рівнянням Беллмана.

Обчислення складових виразу (9.1) починають з останнього t -го кроку.

Попередня (умовна) оптимізація

Використовуючи рівняння (9.1) визначимо умовний оптимальний виграш на останньому кроці m :

$$W_m^*(S_{m-1}) = \max\{W_m(S_{m-1}, U_m)\} \quad (9.9)$$

Зазначимо, що останній доданок у формулі (9.1) дорівнює 0, тому за S_m немає іншого стану.

Вираз (9.2) визначає умовний оптимальний виграш на останньому кроці, який досягається при управлінні:

$$U_m = u_m(S_{m-1}). \quad (9.10)$$

Схематичні співвідношення (9.1) і (9.2) проілюструвати рисунком 9.5.

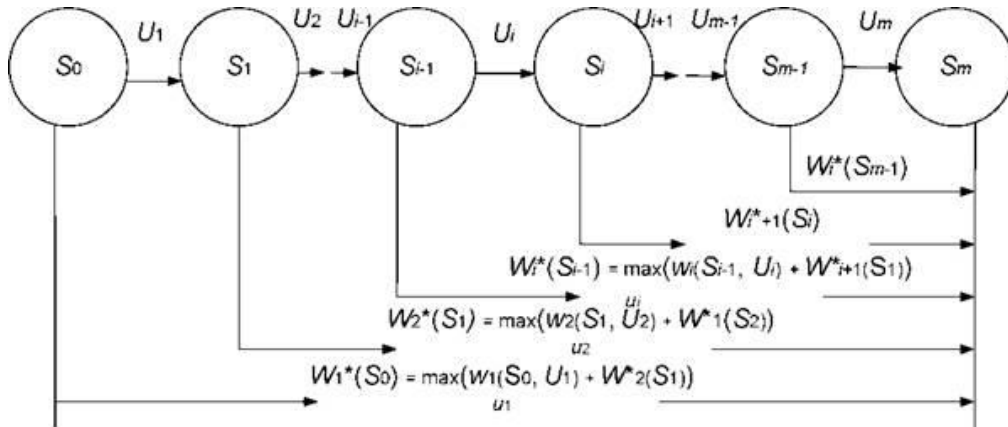


Рис. 9.5 Ілюстрація співвідношення (9.1) і (9.2)

Отже, знаючи виграш на t кроці, можемо знайти виграш на кроці $m - 1$ для чого використовуємо рекурентну формулу (9.1), тобто використовуючи (9.1), можемо побудувати весь ланцюжок умовних оптимальних управлінь і умовних оптимальних виграшів.

Дійсно, знаючи $W_m^*(S_{m-1})$ можна по рекурентному рівнянню Беллмана знайти $W_{m-2}^*(S_{m-2})$ і $u_{m-1}(S_{m-2})$, а потім $W_{m-3}^*(S_{m-3})$ і $u_{m-2}(S_{m-3})$ і т. д. до останнього від кінця (першого) кроку.

$$W_1^*(S_1) \quad \text{і} \quad U_1(S_0) \quad (9.11)$$

Функція $W_1^*(S_0)$ – є умовний оптимальний виграш за всю операцію, тобто на всіх кроках, починаючи з останнього, і до першого. На цьому попередня оптимізація закінчується: знайдені умовно оптимальний виграш і умовні оптимальні керування для кожного кроку.

Остаточна (безумовна) оптимізація

Припустимо, що початковий стан S_0 нам повністю відомо. Підставимо цей стан S_0 у формулу для умовного оптимального виграшу $W_1^*(S_0)$. Отримаємо:

$$W_{max} = W_1^*(S_0), \quad (9.12)$$

а оптимальне управління на цьому кроці:

$$U_1 = u_1(S_0) \quad (9.13)$$

Далі, знаючи початковий стан S_0^* і керування U_1 , можемо знайти стан S_1^* системи після першого кроку:

$$S_1^* = \varphi_1(S_0^*, u_1). \quad (9.14)$$

Знаючи стан S_1^* , можна знайти оптимальне управління на другому кроці

$$U_2 = u_2(S_1^*) \quad (9.15)$$

а потім

$$S_2^* = \varphi_2(S_1^*, u_2) \quad (9.16)$$

і т.д.

Таким чином, йдучи по ланцюгу (рис. 9.6.), визначимо одним за одним всі кроки оптимального управління та оптимальне управління операцією в цілому

$$u = f(u_1, u_2, \dots, u_m). \quad (9.17)$$

На цьому процес оптимізації закінчується.

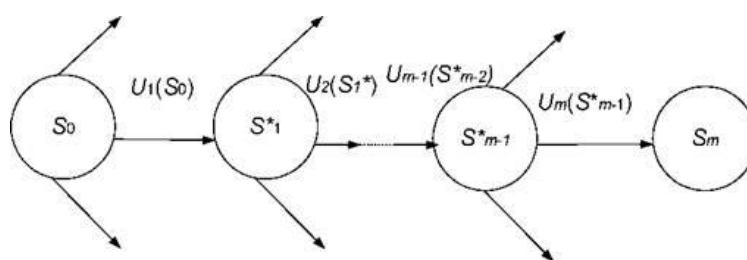


Рисунок 9.6 Кроки оптимального управління.

МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ КРЕДИТНОГО РИЗИКУ

1. Організації управління кредитними ризиками банку
2. Модель оптимізації кредитного ризику банку

1. Організації управління кредитними ризиками банку

Проблема сутності кредитного ризику та управління ним сьогодні є найактуальнішою для кредиторів різних рівнів, а особливо для фінансових установ. Ефективне управління рівнем ризику повинно включати ряд етапів, починаючи з виявлення факторів і закінчуючи постійним моніторингом ризику.

Управління кредитними ризиками в банку можна визначити як діяльність, яка включає **прогнозування та планування рівня кредитних ризиків** відповідно до обсягів та видів кредитних операцій, **організацію моніторингу кредитних ризиків**, що здійснюється працівниками банку, **здійснення аналізу та оцінки факторів виникнення кредитних ризиків та їх впливу на показники діяльності банківської установи**, **контроль за рівнем кредитних ризиків і в разі необхідності здійснення їх регулювання з метою забезпечення досягнення стратегічних цілей і поточних завдань діяльності банку**.

Впровадження системи організації управління кредитними ризиками банку пов'язане з активними операціями банку, насамперед кредитною та інвестиційною діяльністю. Для ефективно організації управління кредитними ризиками банку застосовують сучасні засоби, зокрема спеціальні технології у галузі моделювання бізнес-процесів – *CASE-засоби*.

Універсальність CASE-засобів дозволяє використовувати їх менеджерами під час вирішення питань планування та управління діяльністю банку, моделювання ділових пропозицій тощо. Основною проблемою під час застосування CASE-засобів постає вибір методології моделювання бізнес-процесів. Методологія залежить від поставлених задач та дозволяє визначити етапи роботи, послідовність їх виконання, виробити правила розподілу та призначення ресурсів на виконання визначених робіт.

Для проектування організації управління кредитними ризиками банку найдоцільнішим є використання методології IDEF. Бо саме ця технологія дозволяє віддзеркалити та проаналізувати модель управління кредитними

ризиками банку у різних розрізах, враховуючи різні вхідні параметри та вплив факторів зовнішнього середовища. При цьому ширина та глибина дослідження управління кредитними ризиками визначається особою, що приймає рішення. Це дозволить не перевантажувати створювану модель надлишковою інформацією, впорядкувати співвідношення між різними елементами управління кредитними ризиками банку, вирішити питання уникнення кредитних ризиків та спланувати систему оптимального розподілу ресурсів. Модель ефективного управління кредитними ризиками банку дозволить виявити «вузькі» місця та своєчасно удосконалити процес управління кредитними ризиками банку.

Для реалізації використовують програмний продукт Computer Associates – VPwin за стандартом IDEF0, який автоматизує задачі. Діаграми IDEF0 зображують бізнес-процес у вигляді набору елементів-робіт, які взаємодіють між собою, обмінюючись між собою інформаційними та матеріальними потоками за допомогою людських та виробничих ресурсів, що споживаються кожною роботою.

Перший етап моделювання – побудова основного блоку. Його суть полягає у складанні контекстної діаграми моделі. На контекстній діаграмі по центру знаходиться блок головної задачі, який відображає сутність моделі, мету її побудування та передбачає сукупність запитань, на які має відповідати модель. З усіх боків до головного блоку надходять інтерфейсні дуги, які визначають:

- вхідну інформацію, необхідну для здійснення фінансової стратегії;
- назву модельованого процесу;
- ініціатора – особу, під управлінням якої проводиться робота по удосконаленню фінансової стратегії та механізм, із застосуванням якого реалізується модельований процес (інформаційні технології);
- вихідний документ, тобто результат, який необхідно отримати.

У процесі аналізу банк може використати різноманітні джерела інформації:

- інформація, отримана безпосередньо від клієнта;
- внутрішньобанківська інформація;
- зовнішні джерела інформації.

До першої групи належать: фінансова та бухгалтерська звітність; документація, що підтверджує правовий і юридичний статус клієнта; документація, пов'язана з кредитним заходом; інформація, одержана у ході попередньої розмови з майбутнім позичальником; додаткова інформація, яка подається за вимогою банку тощо.

Друга група - внутрішньобанківські джерела інформації складаються з відомостей про попередні контакти з клієнтом у сфері як кредитних, так і некредитних відносин. Велике значення мають архіви банку, такі як наглядова справа, де зберігаються дані про кредити, які раніше були видані клієнтові, про затримки та порушення при погашенні позики.

До третьої групи джерел інформації належать відомості, отримані за межами банку, що надійшли: від департаменту банківського нагляду; інших банків, які обслуговували цього клієнта; ділових партнерів, які мали контакти з позичальником; засобів масової інформації.

Засадами концепції правового регулювання кредитних ризиків у діяльності вітчизняних банків є нормативно-правова база: закони України, інструкції та положення НБУ. Контекстну діаграму «Управління кредитними ризиками банку» подано на рисунку:

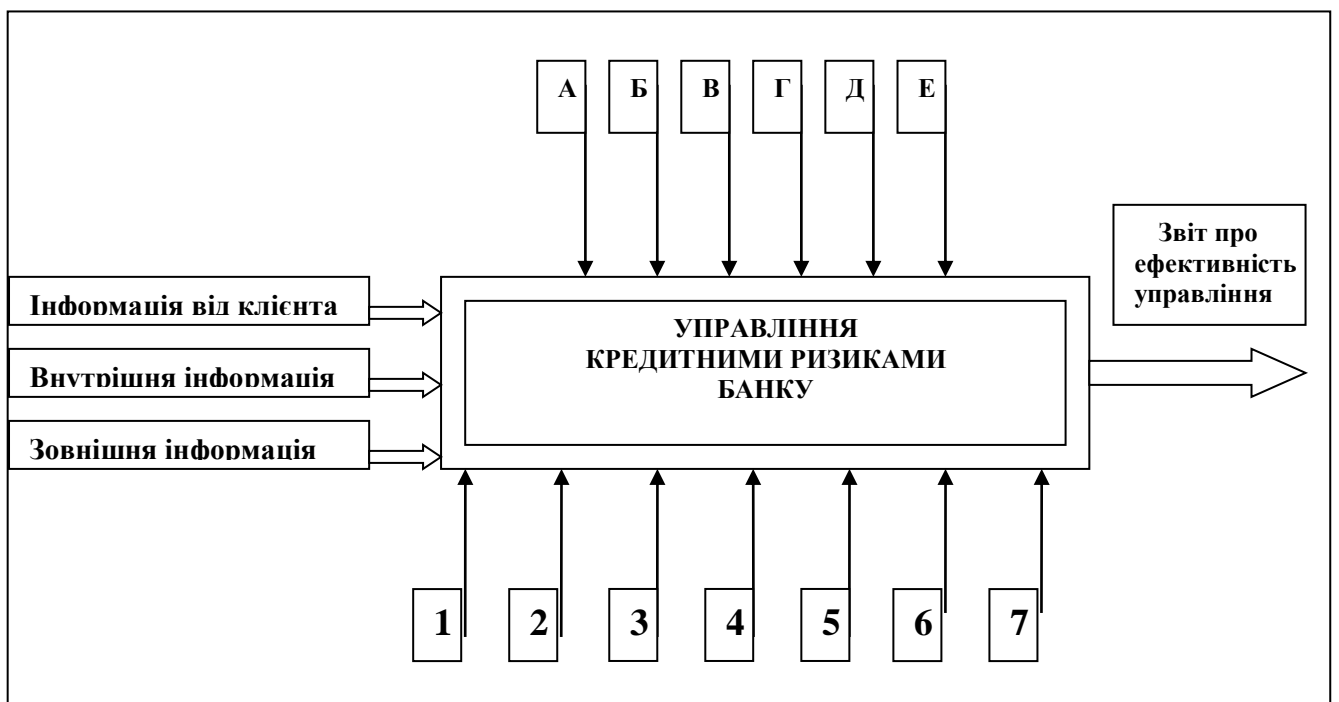


Рис. 10.1. Управління кредитними ризиками банку

Позначення: А - Закон України «Про банки і банківську діяльність»;

Б - Закон України «Про іпотеку»;

В - Закон України «Про заставу»;

Г - Інструкція «Про порядок регулювання діяльності банків в Україні»;

Д - Положення НБУ «Про порядок формування та використання резерву для відшкодування можливих втрат за кредитними операціями банків»;

Е - Методичні рекомендації щодо організації та функціонування систем ризик-менеджменту в банках України;

1 – Управління кредитними ризиками Департаменту ризик-менеджменту;

2 – Управління оцінки та кошторису застав;

3 – Юридична служба та служба безпеки;

4 – Кредитний експерт;

5 – Фінансовий експерт;

6 – Кредитний комітет;

7 – Комітет кредитного нагляду.

На другому етапі моделювання відбувається декомпозиція контекстної діаграми, результатом чого є діаграма, що відображає структуру етапів процесу.

Це дозволяє визначити логіку управління кредитними ризиками банку, яка полягає у виявленні факторів кредитних ризиків, оцінки ступеня кредитних ризиків, формуванні методів захисту від кредитних ризиків, моніторингу та контролю кредитних ризиків, оцінки ефективності управління кредитними ризиками, за результатом якої формують звіт про ефективність управління кредитними ризиками банку.

Першим етапом управління кредитними ризиками банку є виявлення факторів кредитних ризиків, що дає змогу узагальнити можливі негативні наслідки для банківської системи, зокрема:

а) подальше погіршення якості кредитних портфелів банківських установ через зростання частки прострочених і сумнівних кредитів, втрату об'єктами застави частини вартості тощо;

б) зниження прибутковості діяльності банків, у т.ч. через необхідність нарощення обсягів резервів для відшкодування можливих втрат за кредитними операціями банків та списання безнадійної заборгованості банківськими установами, що посиляє ризик збиткової діяльності;

в) виникнення проблеми із поверненням зовнішніх запозичень через погіршення фінансових результатів діяльності банківських установ унаслідок низької кредитної активності та їх капіталізації;

г) посилення загрози відтоку капіталу через припинення діяльності в Україні відділеннями банків із іноземним капіталом, власники яких не бажатимуть зазнавати втрат та намагання власників вітчизняних банківських установ зберегти залишки активів;

д) подальше обмеження ресурсної бази, а отже й уповільнення темпів кредитування через високий відсоток проблемних кредитів, досить обережне ставлення зовнішніх кредиторів до ненадійних вітчизняних позичальників;

е) падіння ринкової вартості акцій банківських установ.

Наступним етапом є оцінка ступеня кредитних ризиків, яка дозволяє оцінити портфельний кредитний ризик за допомогою різних методів. Серед яких можна назвати аналітичний, коефіцієнтний (аналіз відносних показників), статистичний (використання методів теорії ймовірностей), стрес-тестування:

При аналітичному методі в процесі зіставлення і порівняння між собою діаграм визначаються «ключові» параметри, які найбільше впливають на результат проекту, потім – їх критичні значення для проекту.

Коефіцієнтний метод полягає в розрахунку показників фінансового стану позичальника (показники ліквідності, ділової активності, рентабельності та фінансової стійкості) і порівняння їх з нормативними значеннями.

Статистичний метод оцінки ризику базується на аналізі коливань досліджуваного показника за певний відрізок часу.

НБУ визначає стрес-тестування як «метод кількісної оцінки ризику, який полягає у визначенні величини неузгодженої позиції, яка наражає банк на ризик, та у визначенні шоквої величини зміни зовнішнього фактора. Поєднання цих величин дає уявлення про те, яку суму збитків чи доходів отримає банк, якщо події розвиватимуться за закладеними припущеннями. Аналіз результатів стрес-тестування допомагають виявити ризики і слабкі сторони банку і розробити відповідні коригувальні дії.

Третім етапом управління кредитними ризиками є формування методів захисту від кредитних ризиків за допомогою яких можна мінімізувати ризик. У банку застосовуються методи захисту: лімітування, диверсифікації.

Четвертим етапом виступає моніторинг і контроль кредитних ризиків, який дозволяє оперативно реагувати на виникаючі ризики. На практиці моніторинг і контроль кредитних ризиків складається із трьох етапів:

- контроль за повнотою і строковістю кредиту і відсоткам;
- проведення перевірок цільового використання кредиту;
- контроль за станом застави.

Такий підхід дозволить реалізувати неперервний процес спостереження за кредитними ризиками, постійного його корегування та оптимізації.

2. Модель оптимізації кредитного ризику

Модель ґрунтується на розрахунку очікуваного чистого наведеного доходу, визначенні ймовірності неплатоспроможності клієнта, розрахунку стандартного відхилення як найпоширенішого показника оцінки рівня кредитного ризику.

Дана модель дозволяє не лише в даний час, а й урахувати ці величини у разі, якщо економічна ситуація на ринку зміниться.

Розглянемо безліч із n різних кредитних попитів і кредитний портфель $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$. З урахуванням ризику загальний наведений чистий дохід банку \mathbf{D}_Σ варто вважати випадковою величиною. Значення \mathbf{D}_Σ визначається показниками очікуваного чистого наведеного доходу \mathbf{D}_j кожного із кредитних попитів $j = 1, n$:

$$\mathbf{D}_\Sigma = \sum_{j=1}^n \mathbf{D}_j x_j \quad (10.1)$$

Для обчислення дисперсії загального наведеного чистого доходу кредитного портфеля σ_Σ^2 потрібно разом із даними про дисперсії наведених чистих доходів за окремими кредитними попитами використати інформацію про коефіцієнти кореляційної залежності між неплатоспроможністю відповідних позичальників. Має місце формула

$$\sigma_\Sigma^2 = \sum_{i=1}^n x_i \sigma_i^2 + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \rho_{jk} \sigma_j \sigma_k x_j x_k \quad (10.2)$$

де σ_j — стандартні відхилення наведеного чистого доходу j -го кредитного попиту;

p_{jk} – експертна оцінка коефіцієнта кореляції між неплатоспроможністю позичальників j -го та k -го кредитних попитів $j, k = 1, n$.

За умови ризику неплатоспроможності позичальників оптимальний кредитний портфель визначається показниками очікуваного загального наведеного чистого доходу і стандартного відхилення загального наведеного чистого доходу, виходячи із особливостей ставлення до ризику кредитора. При неохочості до ризику оптимальний кредитний портфель відповідає розв'язанню задачі цілочисельного квадратичного програмування з булевими змінними:

$$z = \sum_{j=1}^n D_j x_j - v \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n p_{jk} \sigma_j \sigma_k x_j x_k \right) \rightarrow \max \quad (10.3)$$

$$\sum_{j=1}^n Q_j x_j \leq R, \quad x_j \in \{0,1\}, \quad j = 1, n.$$

де v – рівень неохочості до ризику;

Q_j – розмір кредиту за окремим j -м кредитним попитом;

R — кредитні ресурси.

Орієнтовні значення параметра схильності до ризику ОПР подані в табл. 10.1.

Таблиця 10.1

Орієнтовні значення параметра v (рівень неохочості до ризику)

Рівень неохочості до ризику	Помірний	Середній	Високий
Рекомендоване значення параметра	0,02	0,05	0,10

Цільова функція завдання відображає вимогу максимізації очікуваного наведеного чистого доходу кредитного портфеля й мінімізації дисперсії доходу, тобто вимога зменшити ризик одержання загального наведеного доходу в розмірі меншому, ніж очікується.

Параметр v , введений до цільової функції, забезпечує досягнення певного компромісу між виділеними критеріями. Він визначається рівнем неохочості до ризику, що є прийнятним в конкретній кредитній установі.

МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

1. Основи економічної безпеки: поняття та структура
2. Загальна концепція безпеки підприємства
3. Показники та критеріальна оцінка економічної безпеки
4. Стратегія управління ризиками

1. Основи економічної безпеки: поняття та структура

Економічна безпека— це стан економічної системи, який дозволяє їй розвиватися динамічно й ефективно, вирішувати соціальні завдання, при якому держава має можливість виробляти й проводити в життя незалежну економічну політику.

У загальному значенні під економічною безпекою слід розуміти найважливішу якісну характеристику економічної системи, яка визначає її здатність підтримувати нормальні умови життєдіяльності населення, стійке забезпечення ресурсами розвитку народного господарства.

Структура ЕБ включає три найважливіших положення:

1. *Економічна незалежність*. В сучасних умовах економічна незалежність означає можливість контролю за національними ресурсами, досягнення такого рівня виробництва, ефективності та якості продукції, який забезпечує її конкурентоспроможність і дозволяє брати участь у світовій торгівлі, коопераційних зв'язках та обміні науково-технічними досягненнями.

2. *Стабільність національної економіки*. Передбачає захист власності у всіх її формах, створення надійних умов та гарантій для підприємницької активності, стримування факторів, здатних дестабілізувати ситуацію.

3. *Здатність до саморозвитку і прогресу*. Створює сприятливий клімат для інвестицій, постійну модернізацію виробництва, підвищення професійного, освітнього і загальнокультурного рівня працівників.

2. Загальна концепція безпеки підприємства

Загальна концепція безпеки повинна охоплювати таке коло питань:

1. Розробка єдиної методики збору і подання інформації про виробничу діяльність для всіх філій та підрозділів.

2. Ідентифікація можливих небезпек та інцидентів, що призводять до них, оцінка їх частоти.

3. Збір і обробка даних за минулими збитками. Розробка єдиної методики оцінки збитку від несприятливих подій, що враховує прямі і непрямі збитки.

4. Інтегральна оцінка ризику, одержання усереднених показників за видами ризику та окремими об'єктами і підрозділами підприємства, виявлення статистичних закономірностей.

5. Оцінка можливостей підприємства щодо управління ризиком і наявності ресурсів для ліквідації наслідків несприятливих ситуацій.

6. Формування загальної концепції промислової безпеки, управління різними групами ризиків з урахуванням їхньої специфіки, особливостей функціонування окремих об'єктів, їх територіального розташування і т. ін.

7. Створення комплексної системи заходів щодо управління якістю продукції, яка випускається.

8. Закріплення розробленої концепції в нормативних і методичних матеріалах, оформлення декларації промислової безпеки.

3. Показники та критеріальна оцінка ЕБ

Для економічної безпеки важливими є не самі показники, а їхні граничні значення.

Граничні значення — це граничні величини, недотримання значень яких перешкоджає нормальному розвитку різних елементів відтворення, призводить до формування негативних, руйнівних тенденцій у галузі економічної безпеки.

Індикаторами можуть виступати: гранично допустимий рівень державного боргу, збереження або втрата позицій на світовому ринку, залежність національної економіки та її найважливіших секторів від імпорту закордонної техніки, сировини, комплектуючих виробів.

Серед показників ЕБ можна визначити:

- економічне зростання (динаміка і структура національного виробництва та доходу, показники обсягів і темпів промислового виробництва, галузева структура господарства та динаміка окремих галузей, капіталовкладення і т.ін.);

- природно-ресурсний, виробничий, науково-технічний потенціал країни;
- динамічність і адаптивність господарського механізму та його залежність від зовнішніх факторів (рівень інфляції, дефіцит бюджету, вплив зовнішньоекономічних факторів, стабільність національної валюти, внутрішня й зовнішня заборгованість);

- якість життя (ВВП на душу населення, рівень диференціації доходів, забезпеченість населення матеріальними благами і послугами, т. ін.).

Система показників граничних рівнів зниження безпеки: гранично допустимий рівень зниження економічної активності, обсягів виробництва, інвестування і фінансування, збереження демократичних основ суспільного ладу, підтримка оборонного, науково-технічного, інноваційного, інвестиційного та освітнього потенціалу;

гранично допустиме зниження рівня і якості життя основної маси населення, за межами якого виникає небезпека неконтрольованих соціальних, трудових, міжнаціональних та інших конфліктів;

гранично допустимий рівень зниження витрат на підтримання й відтворення *природно-екологічного потенціалу*, за межами якого виникає небезпека незворотного руйнування елементів природного середовища.

Критеріальна оцінка ЕБ містить оцінки: ресурсного потенціалу та рівня ефективності використання ресурсів, капіталу і праці, конкурентоспроможності економіки; цілісності території та суверенітету; соціальної стабільності та умов запобігання соціальних конфліктів.

Отже, економічна безпека країни повинна забезпечуватися ефективністю самої економіки, тобто, поряд із захисними заходами, здійснюваними державою, вона повинна захищати сама себе на основі високої продуктивності праці, якості продукції і т. ін.

4. Стратегія управління ризиками

Управління ризиками — обґрунтування рішень на основі методів, прийомів і заходів, що дозволяють прогнозувати настання ризикових подій, оцінювати їхню ймовірність і вживати заходів до уникнення або зниження негативних наслідків настання таких подій.

Етапи побудови стратегії управління ризиком на підприємстві:

1-й етап. Забезпечення дотримання законодавчих норм у сфері промислової безпеки;

2-й етап. Здійснення додаткових заходів щодо управління ризиком, виходячи із обсягу ризиків та можливостей підприємства.

Підсистема управління ризиком складається з об'єкта і суб'єкта управління. Керованим об'єктом тут виступає підприємство, його економічні відносини з іншими господарюючими агентами, робітники та службовці підприємства, діючі на підприємстві технологічні процеси й інформаційні потоки. Керованою змінною є розрахункова величина — рівень ризику.

Підсистема управління ризиком будується за ієрархічним принципом. Відповідно, *процес управління ризиком* проходить на двох супідрядних рівнях — *виконавчому й координуючому*.

На *виконавчому рівні* виконуються дві основні функції: *безперервний контроль рівня ризику*, який виникає у процесі функціонування підприємства і *управління рівнем ризику*, пов'язаного з підготовкою рішень на всіх рівнях.

На *координуючому рівні* виконуються командно-контрольні процедури узгодження роботи всіх ланок підсистеми управління ризиком відповідно до прийнятих цільових настанов підприємства.

Методи зниження ризику

Економічні методи:

- а) розподіл ризику;
- б) страхування ризику;
- в) резервування коштів;
- г) використання методу приватних ризиків. Суть методу полягає в нейтралізації кожного окремого ризику в приватному порядку.

Неекономічні методи зниження ризиків засновані на використанні методів інформаційно-аналітичного забезпечення безпеки бізнесу, що дозволяють вчасно виявити погрози й оцінити можливі ризики, прогнозувати розвиток ситуації шляхом одержання більш повної й систематизованої інформації.

Тема 12

МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

З переходом до ринкових відносин зростає значення оптимізації обсягів і структури товарних запасів у торгівлі з урахуванням форм власності, специфіки регіонів, ланок руху товарів, типів підприємств. Управління товарними запасами включає планування їхнього обсягу і структури відповідно до поставленого підприємством цілями, контроль для забезпечення постійної відповідності встановленим критеріям, а також аналіз товарообігу та забезпеченості товарами, їх нормування, формування й розміщення.

Під час аналізу товарних запасів необхідно:

- визначити, чи відповідають фактичні запаси встановленим нормам у порівнянному вираженні товарообігу;
- виявити причини, які вплинули на відхилення від нормативу;
- з'ясувати, як товарні запаси задовольняють попит населення і забезпечують виконання планового завдання за роздрібним товарообігом, чи правильно вони розміщені за структурними підрозділами;
- уточнити причини затоварення або перебоїв у продажі окремих товарів, наявності товарів низької якості.

Важливим моментом в аналізі товарних запасів є встановлення впливу ефективності використання товарних запасів на розмір витрат, пов'язаних з їх зберіганням, а тим самим і на обсяг прибутку торговельного підприємства. Ці процедури дозволяють управляти ризиком зниження прибутку торговельного підприємства й вивчається окремим розділом ризикології.

Завданнями аналізу товарних запасів є:

- визначення рівня забезпеченості підприємства необхідними ресурсами;
- факторів, що обумовили їх розмір, структуру, зміну;
- виявлення наднормативних або дефіцитних видів товарних запасів;
- встановлення ступеня ритмічності поставок, а також їх обсягу, комплектності, якості, сортності;
- з'ясування своєчасності укладення господарських договорів на поставку товарів;

— вивчення показників ефективності їх використання і впливу на фінансові результати;

— розрахунок витрат, пов'язаних із закупівлею та зберіганням запасів, їх впливу на прибуток торговельного підприємства і т. ін.

Аналіз товарних запасів включає аналіз загального стану товарних запасів і товарообігу, розміщення товарних запасів, структури й складу. Найбільш достовірні результати дає щотижневий, оперативний і повний аналіз за підсумками періоду. Це дозволяє розпочати певні результативні дії з прискорення товарообігу, що й відповідає ідеї керованості товарними запасами.

Для проведення процедур оптимізації оборотності товарних запасів необхідно, насамперед, подати математичну інтерпретацію завдання управління запасами підприємства: відомо, що на складі зберігається запас деякого продукту в n періодів часу. На початок першого періоду запас складає y_0 одиниць. Кількість продукту, який відправляється зі складу в j -й період, визначається попитом v_j на цей продукт. При цьому попит v_j у кожний даний період вважається випадковою величиною із щільністю ймовірності $\varphi_j(v_j)$.

Передбачається, що для різних періодів ці випадкові величини незалежні й цілком випадкові. Вартість доставки одиниці замовленого товару з торговельної фірми на склад в j -й період дорівнює c_j (замовлення робиться на початку кожного періоду, а доставка його на склад здійснюється до кінця цього ж періоду). Вартість зберігання одиниці товару в j -му періоді дорівнює k_j , а вартість зберігання запасу пропорційна його кількості y_j наприкінці періоду і становить $k_j y_j$.

Необхідно так спланувати надходження продукту на склад, щоб мінімізувати сумарні витрати, пов'язані з доставкою його на склад, зберіганням і штрафами за відсутність продукту при наявності попиту на нього.

Позначимо через x_j кількість одиниць товару, що замовляється на j -й період. Тоді запас y_j продукту до кінця j -го періоду дорівнюватиме:

$$y_j = y_0 + \sum_{i=1}^j x_i - \sum_{i=1}^j v_i \quad (12.1)$$

Очевидно, що робота складу повинна будуватися таким чином, щоб підтримувати $y_j \geq 0$. Однак це не завжди вдається, і кількість відмов s_j через відсутність товару на складі до кінця j -го періоду дорівнює:

$$s_j = \sum_{i=1}^j v_i - \sum_{i=1}^j x_i - y_0 \quad (s_j \geq 0) \quad (12.2)$$

Наявність запасу і штрафу — взаємовиключні моменти: якщо протягом якогось j -го періоду $y_j \geq 0$, то $s_j = 0$, і навпаки, тобто якщо доводиться платити за зберігання в j -й період, то штрафу за відмову в цей період не буде. Ці моменти можна формалізувати за допомогою функції:

$$(12.3)$$

$$F_j (y_0 + \sum_{i=1}^j x_i - \sum_{i=1}^j v_j) = \begin{cases} k_j y_j & \text{при } y_j \geq 0, \\ \pi_j s_j & \text{при } s_j > 0 \end{cases}$$

де y_j і s_j - визначаються формулами (12.1) та (12.2).

Сумарні витрати складу за n періодів з урахуванням (12.3) можна записати у вигляді:

$$R = \sum_{j=1}^n c_j x_j + \sum_{j=1}^n F_j (y_0 + \sum_{i=1}^j x_i - \sum_{i=1}^j v_j) \quad (12.4)$$

Оскільки попит v_j — випадкова величина, то формула (12.4) є функцією випадкової величини v_j .

Відразу вибрати всі n значень x_j не можна. Справді, рішення про те, яку кількість товару слід замовити на початку, наприклад, другого періоду, залежить від того, яка кількість продукту буде завезена, і від того, який був попит протягом цього періоду. Аналогічно для будь-якого k -го періоду маємо $x_k^* = x_k^*(y_k)$. Такий підхід відповідає особливостям динамічного програмування: рішення на кожному кроці (періоді) обирається, виходячи із результатів попереднього кроку (періоду).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Артими-Дрогомирецька З. Б. Економічний ризик: Навчальний посібник. / З. Б. Артими-Дрогомирецька. - К.: Центр учбової літератури, 2013.- 316с.
2. Вітлінський В. В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: Навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц./В. В. Вітлінський, П. І. Верченко. — К.: КНЕУ, 2000. — 292 с.
3. Вітлінський В. В. Економічний ризик: ігрові моделі: Навчальний посібник. / В. В. Вітлінський. — К.: КНЕУ, 2002. — 384 с.
4. Вітлінський В.В. Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія. / В. В. Вітлінський, Г. І. Великоіваненко. – К.: КНЕУ, 2004. – 480 с.
5. Економіко-математичне моделювання: навчальний посібник. / За ред.. О.Т. Іващука. – Тернопіль: ТНЕУ: Економічна думка, 2008. – 704с.
6. Івченко І.Ю. Моделювання економічних ризиків і ризикових ситуацій. Навч. посібник / І.Ю. Івченко – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 344с.
7. Клименко С.М. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків. / С.М. Клименко, О.С. Дуброва – К.: КНЕУ, 2005. – 252 с.
8. Останкова Л. А. Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками. Навчальний посібник. / Л.А. Останкова, Н.Ю. Шевченко. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 256 с.
9. Шегда А.В. Ризики в підприємстві: оцінювання та управління. Навч. посібник / А.В.Шегда, М.В.Голованенко. – К.:Знання,2008. –271 с.

Додаткова

- 10.Верченко П. І. Ризикологія: Навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. / П. І. Верченко, Г. І. Великоіваненко, Н. В. Демчук. — К.: КНЕУ, 2006. — 176с.
11. Воронцовский А.В. Управление рисками. / А.В. Воронцовский. – СПб.: Узд-во С.-Петербур. ун-та, 200; ОЦЭм, 2004. - 458 с.
- 12.Донець Л.І. Економічні ризики та методи їх вимірювання. Навчальний посібник. / Л.І. Донець — К.: Центр навчальної літератури, 2006. — 312 с.
13. Ермасова Н.Б. Риск-менеджмент организации: Учеб-практ. пособие. / Н.Б. Ермасова -М.: Издательсько-торговая корпорация "Дашкова и К", 2008.-380с.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Тема 1. АНАЛІЗ РИЗИКУ ТА МЕТОДИ ЙОГО ОЦІНЮВАННЯ	4
1.1. Загальні принципи аналізу ризику	4
1.2. Кількісний аналіз ризику	5
Тема 2. ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ЗА УМОВ ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ	12
2.1. Основні поняття і визначення теми	12
2.2. Етапи прийняття управлінських рішень	13
2.3. Процедури прийняття рішень	14
2.4. Прийняття рішень при додатковому обстеженні ринку	15
2.5. Очікувана цінність точної інформації	16
Тема 3. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ КОРИСНОСТІ В УПРАВЛІННІ ЕКОНОМІЧНИМИ РИЗИКАМИ	18
3.1. Концепція корисності. Пріоритети та їх числове відображення	18
3.2. Корисність за Нейманом. Сподівана корисність	20
3.3. Ставлення до ризику та функція корисності	23
Тема 4. МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКУ: ДИВЕРСИФІКАЦІЯ. ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ПОРТФЕЛЯ	24
4.1. Суть диверсифікації	24
4.2. Ризик портфеля цінних паперів	24
4.3. Норма прибутку цінних паперів	25
4.4. Портфель цінних паперів. Спрощена класична модель формування портфеля (модель Шарпа)	27
4.5. Ефективність роботи фінансового менеджера та аналітика ...	30
Тема 5. ЗАПАСИ , РЕЗЕРВИ, ЯК СПОСІБ ЗНИЖЕННЯ СТУПЕНЯ РИЗИКУ	
5.1. Структура та види резервів і запасів на непередбачувані витрати	31
5.2. Управління запасами з урахуванням ризику	33
5.2.1 Модель М. Міллера і Д. Орра	34
5.2.2 Модель формування оптимального резерву	35
Тема 6. МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ ГРИ	38
6.1. Теоретико-ігрова модель	38
6.2. Інформаційна ситуація	40
6.3. Прийняття рішень в умовах ризику	41
6.4. Критерії прийняття рішень	43

Тема 7. ІєРАРХІЧНІ МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	50
7.1. Загальна ієрархічна модель та етапи її побудови	50
7.2. Побудова моделі багатоцільової та багатокритеріальної задачі	51
7.3. Багатокритеріальна модель обґрунтування прийняття рішень	55
Тема 8. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РИЗИКУ ПРИ ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ З РЕАЛЬНИХ ІНВЕСТИЦІЙ (ВАРТІСТЬ, ЧАС ТА РИЗИК)	60
8.1. Вартість і час	60
8.2. Модель рівноваги ринку капіталів (САРМ)	61
8.3. Вплив ризику та інфляції на норму відсотка	62
8.4. Оцінка ринкової вартості підприємства та ризик	64
Тема 9. МОДЕЛЬ ЗАМІНИ ЗАСТАРІЛИХ ОСНОВНИХ ВИРОБНИЧИХ ФОНДІВ	65
9.1. Постановка задачі заміни застарілих фондів	65
9.2. Принципи оптимізації	66
9.3. Основне рівняння динамічного програмування	67
Тема 10. МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ КРЕДИТНОГО РИЗИКУ	71
10.1. Організації управління кредитними ризиками банку	71
10.2. Модель оптимізації кредитного ризику банку	76
Тема 11. МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА	
11.1. Основи економічної безпеки: поняття та структура	78
11.2. Загальна концепція безпеки підприємства	78
11.3. Показники та критеріальна оцінка економічної безпеки	79
11.4. Стратегія управління ризиками	80
Тема 12. МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА	82
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	85

Для нотаток