

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА

Теорія економічного ризику

Курс лекцій
для студентів економічних спеціальностей «Економічна кібернетика»,
денної форми навчання

Івано-Франківськ
2013

ББК 65.05
УДК 338.242

Укладач: Лотоцька Мар'яна Ростиславівна, доцент кафедри економічної кібернетики Прикарпатського національного університету імені В.Стефаника, к.е.н.

Лотоцька М.Р.

Теорія економічного ризику. Курс лекцій для студентів економічних спеціальностей «Економічна кібернетика», денної форми навчання. – Івано-Франківськ, 2013. – 172 с.

Тематичний план

Назва теми
Змістовний модуль 1. Оцінка ризику та загальні методи аналізу ризику
Тема 1. Сутність ризику. Основні засади аналізу ризику
Тема 2. Основні підходи до кількісного аналізу ризику.
Тема 3. Система кількісних оцінок економічного ризику.
Змістовний модуль 2. Моделювання та управління економічними ризиками
Тема 4. Концепція корисності в системі прийняття рішень.
Тема 5. Моделювання економічного ризику на базі концепції теорії гри.
Тема 6. Управління економічними ризиками.
Тема 7. Основні способи та методи зниження ризику.
Тема 8. Вартість час та ризик
Тема 9. Диверсифікація як спосіб зниження ризику. Теорія портфеля.
Тема 10. Управління запасами як спосіб зниження ризику

Тема 1. Сутність ризику. Основні засади аналізу ризику

1. Ризик, як економічна категорія.

Хоча економічні закони є об'єктивними, тобто діють незалежно від волі і свідомості людей, на поверхні економічного життя вони проявляються, переборюючи велику кількість випадкових явищ. Ці випадкові явища зумовлені багаторазовою повторюваністю дій кожної людини, а їх наслідки з'єднуються в причинні зв'язки, і їх прояв також набуває характеру закономірностей і законів. Тому в реальному житті доводиться мати справу із ситуаціями, коли економічні закони чинять вплив, що йде у розріз із цілеспрямованими діями людини. В зв'язку з цим багато вчених-економістів вважають що соціально-економічним процесам характерний певний рівень невизначеності, а відповідно - і ризику.

Слово “ризик” походить від давньоіталійського “risicare”, що означає “сміти”, “наважитися”. Подібними словами є давньогрецьке “ridsikon” – “скеля”, “стрімчак” та французьке “risquer” – наважитися. Всі ці слова мають декілька смислових значень. По-перше, передбачається можливість настання у майбутньому певної несприятливої події (наприклад, збитків – коли корабель розіб'ється об скелю); по-друге, присутньою є невизначеність, без наявності якої про ризик казати немає сенсу.

У сучасній економічній літературі існує багато підходів до визначення категорії ризику. З одного боку, ризик розуміється у вигляді “імовірності невдачі”, небезпеки матеріальних та інших втрат, з іншого боку, ризик ототожнюється з імовірністю удачі, успішного результату. Угорські економісти Т. Бачкай, Д. Месена визначають ризик як можливість відхилення від мети, заради досягнення якої приймалося рішення. При цьому відхилення майбутнього результату від запланованого може бути пов'язане не тільки з втратами, але і з додатковим прибутком. Тому, відповідно, розрізняють ризик втрат та ризик надходжень (вигоди), тобто ризик одержання додаткових доходів (прибутку).

У цих визначеннях ризик розуміється як імовірність певних обмежень у реалізації бажаних подій. Подібний підхід до розуміння ризику скоріше характеризує ситуацію ризику як окремий випадок ситуації невизначеності, коли на основі зібраної інформації можна судити про імовірність настання прогнозованої події. Однак, у цьому випадку не розглядається ставлення самого суб'єкта до імовірності одержання бажаного результату.

Є спроби дати більш узагальнене визначення ризику і виявити риси, що характеризують його як загальнонаукове поняття. Наприклад, російські автори В. Абчук і А. Альгін визначають ризик як “діяльність, пов'язану з подоланням невизначеності в ситуації неминучого вибору, у процесі якої є можливість кількісно і якісно оцінити імовірність досягнення передбачуваного результату, невдачі і відхилення від мети”. У деяких економічних словниках міститься ряд дефініцій, пов'язаних із ризиком, зокрема: “Ризик – нестабільність, невпевненість у майбутньому, точніше рівень непевності, пов'язаний із проектом або з інвестиціями”.

Таким чином, існує велика кількість різноманітних підходів до тлумачення категорії “ризик”. При цьому більшість авторів, наводячи докладні визначення, не дають досить чіткої відповіді на питання, що ж таке ризик.

Так, Дж. Сінклі вважає, що ризик – це невизначеність, пов'язана з будь якою подією або з її наслідками, тим самим закладаючи в саме визначення невиразність. М.А. Рогов визначає ризик як “можливість настання яких-небудь очікуваних подій, можливість відхилення яких-небудь величин від їх значень”. В.Н. В'яткин вважає, що “ризик - це можливість настання події небажаної для певного суб'єкта із можливих результатів, які можуть відбутися протягом певного періоду часу, починаючи з вихідної ситуації. Нечіткість цих визначень не дозволяє розробити адекватні методи кількісної оцінки ризику. Крім того, існує теоретична, а найголовніше - практична необхідність керування ризиком.

Деякі автори, наприклад В.Т. Севрук, розширюють поняття ризику і поряд з невизначеністю та можливістю розглядають несприятливі умови та наслідки економічної діяльності пов'язаної з ризиком. Проте, вони також не наводять рекомендацій щодо розрахунку рівня ризику, які би впливали з його визначення.

Економічний ризик - це можливість відхилення від мети, заради досягнення якої було прийнято управлінське рішення.

Ризик (Бобров) – це можливі збитки або недоотримання доходів порівняно з варіантом, передбаченим проектом, програмою, планом або прогнозом.

Ризик (Вітлінський, Наконечний) є вартісним виразом імовірної події, що може привести до збитків, виникає через відхилення фактичних даних від оціночних щодо сьогоdnішнього стану й майбутнього розвитку системи.

Ризик (Грабовий) – це ймовірність втрати підприємством частини своїх ресурсів, недоотримання доходів чи виникнення втрат у результаті здійснення певної виробничої, фінансової або іншої діяльності.

Невизначеність – це ситуація, в якій імовірність отримання результатів прийнятого рішення невідома, в окремих випадках невідомий і весь спектр наслідків такого рішення.

Умови невизначеності, які мають місце при будь-яких видах підприємницької діяльності, є предметом дослідження і об'єктом постійного спостереження економістів різних профілів, а також фахівців інших галузей (юристів, соціологів, політологів, психологів і тому подібне). Такий комплексний підхід до вивчення явища невизначеності в бізнесі пов'язаний з тим, що господарюючі суб'єкти в процесі свого функціонування випробовують залежність від цілої сукупності чинників, які можна підрозділити на зовнішні та внутрішні.

зовнішні — законодавство, реакція ринку на продукцію, що випускається, дії конкурентів;

внутрішні — компетентність персоналу фірми, помилковість визначення

характеристик проекту і так далі

Виробляти рішення в ситуації невизначеності підприємцю не тільки не вигідно, але й загрозово, тому основною вимогою є переведення невизначеності в ризик.

Прикладом ситуації невизначеності є формування цін на сільськогосподарську продукцію у форвардних контрактах.

Розглянемо поняття ймовірності. Даний термін є фундаментальним для теорії ймовірності і дозволяє кількісно порівнювати події по ступеню їх можливості. **Ймовірністю події** є певне число, яке тим більше, чим більш можлива подія. **Ймовірність** — це можливість отримання певного результату. Очевидно, що ймовірнішою вважається та подія, яка відбувається частіше. Таким чином, насамперед поняття ймовірності пов'язане з дослідним, практичним поняттям частоти події.

2. Об'єкт, суб'єкт, джерело ризику.

Основними характеристиками ризику є його елементи:

- об'єкти;
- суб'єкти;
- джерела ризику.

Об'єктом ризику є діяльність виробничих підприємств, фірм всіх видів власності, банків, інвестиційних фондів, тобто діяльність усього того, що поєднується категоріями виробників і підприємців.

Об'єкт ризику – це економічна система, ефективність та умови функціонування якої наперед точно не відомі.

Суб'єктом ризику виступає менеджер, керівник, тобто особа, що приймає рішення (ОПР). Від кваліфікованості та обґрунтованості управлінського рішення багато в чому залежить ступінь ризику, якому може бути піддана діяльність підприємства.

Суб'єкт ризику – це особа (індивід чи колектив), яка зацікавлена результатом керування об'єктом ризику і має компетенцію приймати

рішення щодо об'єктів ризику.

Джерела ризику – це чинники (явища або процеси), які спричиняють невизначеність або конфліктність результатів.

Наявність всіх елементів ризику є необхідною умовою існування ризику.

3. Основні причини виникнення економічного ризику.

Об'єктивні причини виникнення ризику:

- 1) ріст інфляції;
- 2) конкуренція;
- 3) анархія;
- 4) політичні й економічні кризи;
- 5) екологія;
- 6) мито;
- 7) можлива робота в зонах вільного підприємництва і т.п.

Суб'єктивні джерела виникнення ризику:

- 1) виробничий потенціал фірми;
- 2) рівень предметної й технологічної спеціалізації;
- 3) організація праці;
- 4) рівень продуктивності праці;
- 5) вибір типів контактів з інвесторами й замовниками;
- 6) кваліфікація керівника і т.п.

Причини виникнення ризику поділяють на три групи:

- 1) більшість процесів, пов'язаних з економікою, є індетермінованими;
- 2) економічно-оптимальна неповнота інформації;
- 3) «організаційна» невизначеність або асиметрія інформації.

Причини, що зумовлюють ризик, можна згрупувати також за сферою прояву:

- 1) внутрішні:
 - недоліки у системі управління;
 - недоліки організації процесу виробництва;

2) зовнішні:

- поведінка контрагентів;
- похибки у визначенні попиту;
- природньо-кліматичні умови;
- зміни ринкової кон'юнктури;
- зміни економічних факторів;
- політичні.

4. Загальні принципи класифікації ризиків. Види ризиків в залежності від напрямків та сфер фінансово-економічної діяльності.

За чинниками виникнення ризики поділяють на політичні, економічні (комерційні) і соціально-демографічні.

Політичні ризики — це ризики, обумовлені зміною політичної обстановки, що впливає на підприємницьку діяльність (закриття кордонів, заборона на вивіз товарів в інші країни, військові дії на території країни і ін.).

Економічні ризики — це ризики, обумовлені несприятливими змінами в економіці підприємства або в економіці країни.

Найбільш поширеним видом економічного ризику є зміна кон'юнктури ринку, незбалансована ліквідність (неможливість своєчасно виконувати платіжні зобов'язання), зміна рівня управління та ін.

За часом виникнення ризики розподіляються на **ретроспективні, поточні і перспективні**. Аналіз ретроспективних ризиків, їх характеру і способів зниження дає можливість точніше прогнозувати поточні і перспективні ризики.

Ретроспективні пов'язані з рішеннями що були прийняті в минулому.

Поточні співвідносяться з поточною діяльністю.

Перспективні ризики пов'язані з можливими змінами умов функціонування суб'єкта ризику нині, що в майбутньому може створити або змінити ризикову управлінську ситуацію, подію.

По характером обліку ризику діляться на зовнішні та внутрішні.

До зовнішніх відносяться ризику, безпосередньо не пов'язані з діяльністю підприємства або його контактної аудиторії. Контактна аудиторія — соціальні групи, юридичні і (або) фізичні особи, які виявляють потенційну і/або реальну цікавість до діяльності конкретного підприємства.

На рівень зовнішніх ризиків впливає велика кількість чинників: політичні, економічні, демографічні, соціальні, географічні та ін.

До внутрішніх відносяться ризику, обумовлені діяльністю самого підприємства і його контактної аудиторії. На їх рівень впливає ділова активність керівництва підприємства, вибір оптимальної маркетингової стратегії, політики і тактики та інші чинники: виробничий потенціал, технічне оснащення, рівень спеціалізації, рівень продуктивності праці, техніка безпеки.

За характером наслідків ризику поділяють на чисті та спекулятивні.

Чисті ризику (у літературі їх інколи називають *простими* або *статичними*) характеризуються тим, що вони майже завжди несуть у собі втрати для підприємницької діяльності. Причинами цих ризиків можуть бути стихійні лиха, війни, нещасні випадки, злочинні дії, недієздатні організації і багато іншого.

Спекулятивні (динамічні, комерційні) ризику характеризуються тим, що вони можуть нести в собі як втрати, так і додатковий прибуток для підприємця, по відношенню до очікуваного результату. Їх причинами можуть бути зміна кон'юнктури ринку, зміна курсів валют, зміна податкового законодавства та ін.

Найчисельнішою за класифікацією є група - **за сферою виникнення**. В її основу покладені сфери діяльності.

Виробничий ризик пов'язаний з невиконанням підприємством своїх планів і зобов'язань по виробництву продукції товарів, послуг, інших видів виробничої діяльності в результаті несприятливої дії зовнішнього середовища,

а також неадекватне використання нової техніки і технологій, основних і оборотних фондів, сировини, робочого часу.

Комерційний ризик — ризик, що виникає в процесі реалізації товарів і послуг, проведених або куплених підприємцем.

Причинами комерційного ризику є: зниження об'єму реалізації внаслідок зміни кон'юнктури або інших обставин, підвищення закупівельної ціни товарів, втрати товару в процесі обігу, підвищення витрат обігу (обороту) та ін.

Фінансовий ризик пов'язаний з можливістю невиконання фірмою своїх фінансових зобов'язань. Основні його причини: знецінення інвестиційно-фінансового портфеля унаслідок зміни валютних курсів, нездійснення платежів; війни, та ін.

Страховий ризик — ризик настання передбаченого умовами страхування події, внаслідок чого страховик зобов'язаний виплатити страхове відшкодування (страхову суму). Результатом ризику є збитки, зумовлені неефективною страховою діяльністю як на етапі, що передує укладенню договору страхування, так і на подальших етапах: перестраховання, формування страхових резервів та ін.. Основні причини страхового ризику є: неправильні страхові тарифи, азартна методологія страхувальника; війни, катастрофи та ін..

Спрощена схема підприємницьких ризиків зображена на Рис. 1.1.

Країнний ризик. Він безпосередньо пов'язаний із інтернаціоналізацією підприємницької діяльності, актуальний для всіх учасників зовнішньоекономічної діяльності і залежать від політико-економічної стабільності країн (імпортерів, експортерів).

Причинами такого ризику можуть бути нестабільність державної влади, особливості державного устрою і законодавства, неефективна економічна політика, що проводиться урядом, етнічні і регіональні проблеми, різка поляризація інтересів різних соціальних груп та ін..

На результати підприємницької діяльності можуть впливати торгівельне і валютне регулювання, що проводяться державою, квотування, ліцензування, зміна мита та ін..

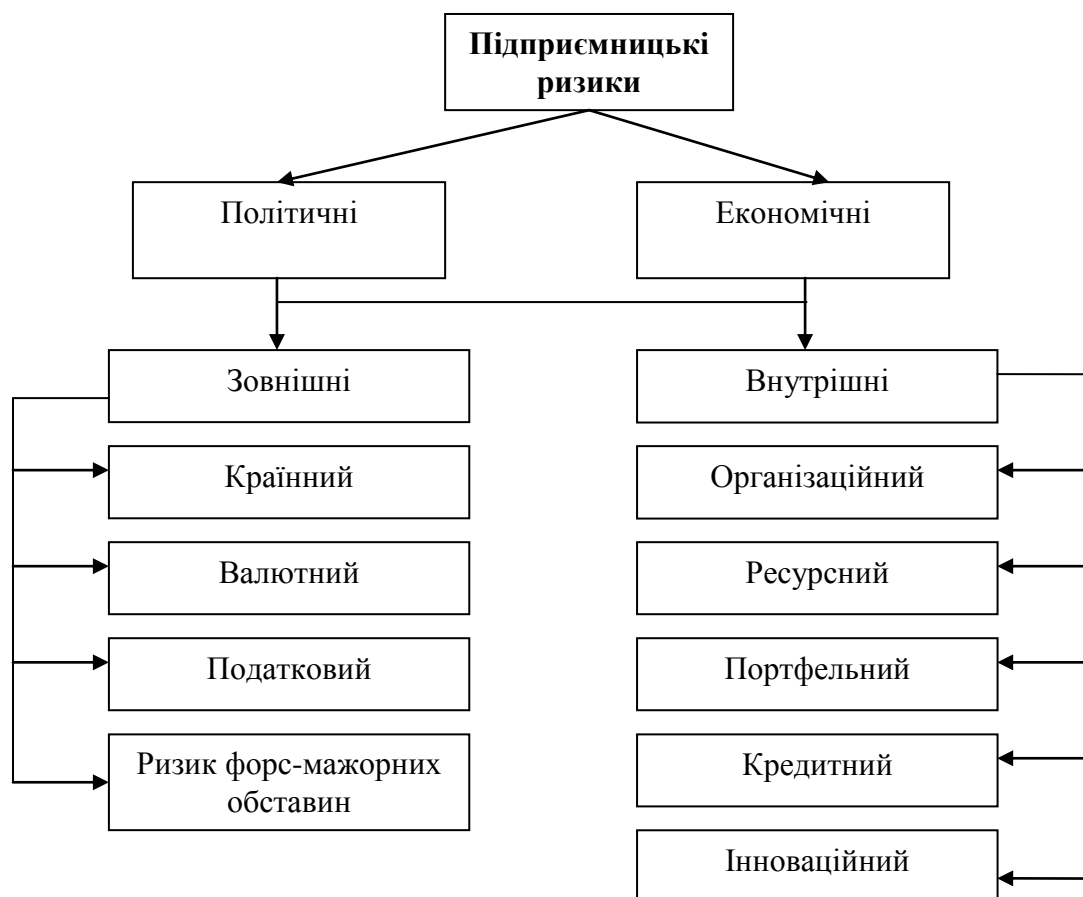


Рис. 1.1 Розглянемо деякі з наведених в схемі зовнішніх ризиків.

Валютний ризик полягає в можливості фінансових втрат суб'єктів валютного ринку в результаті довгострокових і короткострокових коливань валютних курсів, які залежать від попиту та пропозиції на валюту на національних і міжнародних валютних ринках.

У довгостроковому періоді на коливання валютних курсів вирішальний вплив має загальний економічний стан країни, рівень виробництва, збалансованість основних макроекономічних пропорцій, обсяги зовнішньої торгівлі та ін., а в короткостроковому періоді — збалансованість окремих ринків і загальний стан ринкового і конкурентного середовища. Коливання кількісних показників окремих факторів та їх певне співвідношення відіграють

вирішальну роль у зміні валютних курсів і тому можуть мати істотний вплив на характер виникнення та ступінь валютного ризику.

Зміна валютних курсів впливає також на конкурентоздатність товарів. Здешевлення національної валюти приводить до того, що товари, вироблені в даній країні, на закордонних ринках стануть дешевшими, а іноземні товари на національному ринку — дорожчими. Це означає, що здешевлення національної валюти сприяє збільшенню об'ємів експорту і зниженню об'ємів імпорту, а подорожчання національної валюти, навпаки, сприяє збільшенню об'ємів імпорту і скороченню об'ємів експорту.

Валютні ризики відносяться до спекулятивних ризиків, тому при втратах однієї із сторін у результаті зміни валютних курсів інша сторона, як правило, отримує додатковий прибуток, і навпаки.

Податковий ризик полягає в можливості фінансових втрат в результаті зміни податкової політики (поява нових податків, ліквідація або скорочення податкових пільг та ін.), а також зміни величини податкових ставок.

Податкові ризики треба розглядати з двох позицій: підприємця і держави. Податковий ризик підприємця полягає в можливій появі додаткових видатків, а держави — в можливому скороченні надходжень до бюджету в результаті зміни податкової політики і/або величини податкових ставок.

Відзначимо, що рівень підприємницького ризику збільшують не лише високі ставки податків, але і нестабільність податкового законодавства, коли існує висока вірогідність того, що ставки податків можуть бути змінені, як правило, у бік збільшення. Поправки і доповнення, що постійно вносяться, є джерелом ризику, позбавляють підприємців упевненості в надійності своєї діяльності.

Ризик форс-мажорних обставин — обставин непереборної сили, яким не можна ні запобігти, ні усунути їх. До таких обставин відносяться стихійні лиха (природні катастрофи), повені, землетруси, шторми та інші кліматичні катаклізми, війни, революції, пугчі, страйки і тому подібне, все що заважає підприємцеві здійснювати свою діяльність. Оскільки настання форс-мажорних

обставин не залежить від волі підприємця, в разі їх настання сторони звільняються від відповідальності за контрактами відповідно до ст. 79 Конвенцій ООН про договори купівлі-продажу.

Розглянемо деякі з внутрішніх ризиків, наведених на схемі.

Основними їх причинами є: відсутність професійного досвіду у керівника фірми, слабкі загальноекономічні знання керівництва і персоналу фірми; фінансові прорахунки; погана організація праці працівників; нераціональне використання сировини та устаткування; просочування конфіденційної інформації з вини службовців; погана пристосовуваність фірми до змін в навколишньому ринковому середовищі; недолік знань в області маркетингу і ін.

Вплив цих причин особливий виразно проявляється на прикладі організаційного і ресурсного ризику.

Організаційний ризик - ризик, обумовлений недоліками в організації роботи. Основні його причини:

а) низький рівень організації:

- помилки планування і проектування;
 - недоліки координації робіт;
 - слабке регулювання;
 - неправильна стратегія постачання;
 - помилки в підборі і розставлянні кадрів;
- б) недоліки в організації маркетингової діяльності:
- неправильний вибір продукції (немає збуту);
 - товар низької якості;
 - неправильний вибір ринку збуту;
 - невірне визначення ємкості ринку;
 - неправильна цінова політика (затоварювання);
- в) нестійке фінансове становище.

Наслідком вказаних прорахунків і помилок є невиробничі втрати і додаткові виробничі затрати, зниження прибутку і погіршення кінцевих результатів діяльності підприємця (фірми).

Ресурсний ризик полягає в можливості появи втрат в результаті відсутності запасу міцності по ресурсах в разі зміни ситуації, в якій здійснюється підприємницька діяльність (зміна оплати праці, зміни мит і податків, розкрадання, підвищений брак, псування товарів і матеріалів, зриви постачань, зміна вимог до ведення підприємницької діяльності і ін.).

Під впливом цих змін може виникнути:

- брак фінансових коштів;
- брак робочої сили;
- брак матеріалів і продукції і тому подібне

Відсутність запасу ресурсів в разі зміни ситуації приводить до збільшення термінів реалізації проекту і, як наслідок, до його дорожчання, а в найскладніших випадках — до його провалу (ліквідації) із усіма відповідними наслідками.

Наприклад, довгобуди, об'єкти незавершеного будівництва та ін.

Портфельний ризик. В процесі функціонування будь-якої фірми доводиться вирішувати задачу визначення розміру і сфери вкладання інвестицій. Таке завдання виникає за наявності біля фірми або окремого підприємця вільних грошових коштів. Основна трудність полягає у відсутності загальноприйнятого механізму інвестування. Істотну допомогу в справі інвестування підприємцям надає система управління портфелями цінних паперів.

Портфелем інвестора називається сукупність цінних паперів, тримачем яких він є.

Портфельний ризик полягає у вірогідності втрати за окремими типами цінних паперів, а також за всіма позиками.

Для створення портфеля цінних паперів досить інвестувати гроші в який-небудь один вид фінансових активів. Проте, вклавши гроші в акції однієї

компанії, інвестор виявляється залежним від коливання її курсової вартості. Якщо він вкладе свій капітал в акції декількох компаній, то ефективність, звичайно, також залежатиме від курсових коливань, але тільки не кожного курсу, а усередненого. Середній же курс, як правило, коливається менше, оскільки при пониженні курсу одного з цінних паперів курс іншого може підвищитись і коливання можуть взаємно погаситися.

Кредитний ризик, або ризик неповернення боргу, — це ризик несплати позичальником основного боргу і відсотків по ньому відповідно до термінів та умов кредитного договору. Цей ризик може бути пов'язаний із сумнівом щодо обґрунтованості наданої довіри, тобто з недобросовісністю позичальника, його спробами навмисного банкрутства або іншими спробами боржника відхилитися від виконання зобов'язань (у тому числі легальними способами, наприклад: у договорі відсутній термін платежу після постачання товару), а також з можливою недостатністю розмірів забезпечення, тобто з небезпекою мимовільного банкрутства через те, що розрахунки позичальника на отримання доходу не виправдалися.

Інноваційний ризик пов'язаний з фінансуванням і використанням науково-технічних новинок. Оскільки витрати і результати науково-технічного прогресу розтягнуті і віддалені в часі, вони можуть передбачатися лише в деяких, зазвичай широких межах.

Інноваційний ризик полягає в можливості втрат, що виникають при фінансуванні підприємцем (фірмою) розробки нової техніки і технологій, розробки нових товарів і послуг, а також інших інновацій, які не знайдуть передбачуваного попиту на ринку і не принесуть очікуваного ефекту.

Інноваційний ризик сприймається як об'єктивна і неминуча реальність.

Так, світовий досвід свідчить, що вірогідність отримання передбачуваних результатів на стадії фундаментальних досліджень зазвичай не перевищує 0,1, а на стадії прикладних наукових розробок складає 0,8.

5. Види аналізу ризику та його складові.

Цілі, які підприємство намагається досягти на конкретному етапі свого розвитку, досить часто суперечать можливому ризику їх здійснення. Подолати цю суперечність можна за допомогою управління ризиком. Кожне управлінське рішення обтяжене певним ступенем ризику, який можна визначити шляхом його аналізу і оцінювання.

Аналіз ризику це застосування системи спеціальних знань з дослідження економічних явищ і процесів за невизначеності та конфліктності з метою отримання якісної та кількісної інформації, яка необхідна для прийняття управлінських рішень з урахуванням ризику.

Основною складовою аналізу і оцінювання ризику є теорія ймовірностей — систематично-статистичний метод визначення імовірності того, що якась майбутня подія відбудеться. Як правило, така імовірність виражається у відсотках. У процесі оцінювання виробляють певні критерії ризику, які дають змогу ранжувати альтернативні події залежно від ступеня ризику.

Аналіз ризику дає змогу підприємцеві прийняти рішення стосовно доцільності участі у певній економічній діяльності (проекті), передбачити методи захисту від можливих збитків і забезпечити своїх потенційних партнерів та контрагентів необхідною інформацією.

При аналізі ризику необхідно зважати на такі важливі обставини:

- обсяги втрат від різних видів ризику не залежать один від одного;
- реалізація певного виду ризику не обов'язково збільшує або знижує імовірність виникнення іншого (за винятком ризику форс-мажорних обставин);
- максимально можливі втрати у разі реалізації конкретного ризику не повинні перевищувати фінансових можливостей підприємства.

Аналіз і оцінювання ризику передбачає визначення ступеня можливості виникнення ризику і величини втрат. Розрахунок і аналіз ризиків як правило передбачають такі етапи:

- моделювання наслідків кожного фактора ризику;
- визначення реальної (прогнозованої) можливості появи кожного фактора ризику і втрат від нього у вартісному вираженні;
- часовий розподіл ризиків (бо багато ризиків сконцентровано на початкових етапах реалізації проекту (ризикової ситуації) і зникають з наближенням до завершення робіт);
- побудова структурно-елементної моделі факторів ризику з ідентифікацією кожного фактора і його кількісною оцінкою;
- ранжування факторів ризику за значущістю і вибір найзагрозливіших ризиків;
- створення бази (банку) даних з аналогічними операціями (проектами) про прийнятність того чи іншого рівня (фактора) ризику;
- вибір альтернативних критеріїв для вироблення стратегії управління ризиком;
- максимізація ліквідності;
- максимізація прибутковості для фіксованих рівнів ліквідності і ризику:
- мінімізація ризику для фіксованих рівнів ліквідності і прибутку (рентабельності).

Основні критерії, які необхідно брати до уваги при ідентифікації і оцінюванні ризиків:

- допустима точність оцінки кількісних факторів ризику;
- ступінь важливості впливу різних факторів ризику на вартість проекту;
- потенційні додаткові витрати, пов'язані з умовами контракту;
- фінансові проблеми;
- вартісна оцінка прихованих несприятливих факторів.

Комплексний аналіз передбачає оцінювання ризику в двох аспектах: *кількісному і якісному.*

Якісний аналіз ризику це ідентифікація всіх можливих ризиків, визначення їх факторів, встановлення потенційних областей ризику, виявлення напрямів діяльності і етапів, на яких може виникнути ризик, після чого ідентифікувати ризик.

Якісний аналіз ризику є найскладнішим і вимагає ґрунтовних знань, досвіду та інтуїції у даній сфері економічної діяльності.

Цей аналіз здійснюється у кількох основних напрямках.

Перший напрямок передбачає порівняння очікуваних позитивних результатів (доходів) вибору конкретного напрямку підприємницької діяльності з можливими наслідками (втратами, збитками), серед яких виокремлюють фінансові, матеріальні, часові, соціальні, і т.д..

У **другому напрямку** визначають вплив рішень, прийнятих менеджерами підприємства на етапі розроблення стратегії, на інтереси і поведінку інших суб'єктів підприємницької діяльності, оскільки вони функціонують не відокремлено, а є елементами ринку.

Засобами якісного аналізу слід виявити негативні наслідки ризику в усіх сферах діяльності підприємства. Так, ризик пожежі може вплинути на сфери технологічного процесу, виробничо-господарської діяльності, фінансово-економічної та соціальної.

Аналіз ризиків дає змогу простежити не лише їх розвиток та сфери поширення, а й негативні наслідки кумуляції ризиків, тобто взаємного їх впливу і нагромадження. Для цього необхідно залучати найрізноманітніші джерела інформації та використовувати найдосконаліші методи кваліфікаційного аналізу ризиків.

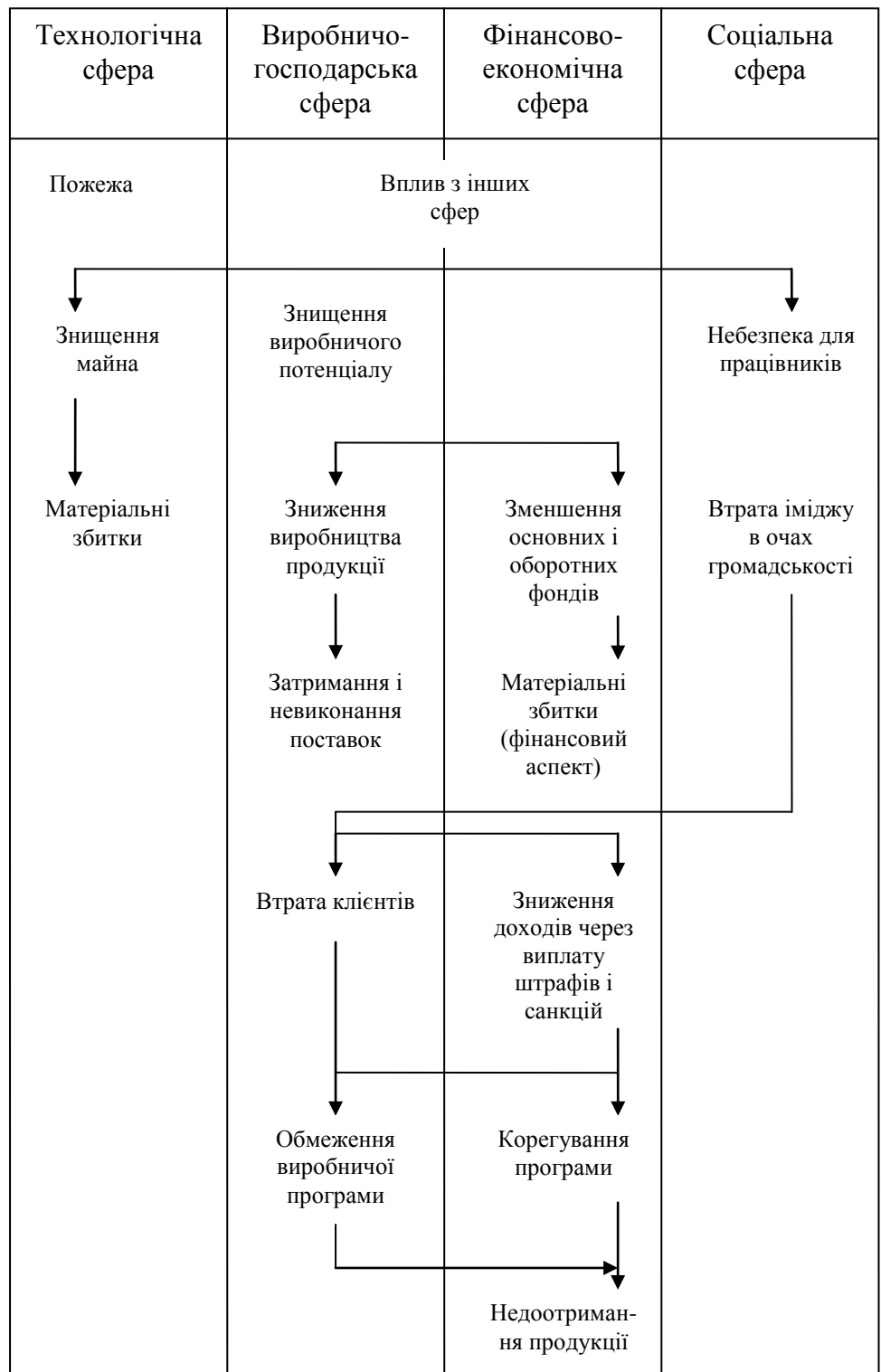


Рис 1.4 Негативні наслідки ризику

Важливу роль в аналізі ризику відіграє інформаційне забезпечення. Воно є не лише джерелом даних, а й засобом зниження ризику. Однак іноді доцільніше оперувати неповною інформацією, ніж витратити надто великі

кошти на отримання повної і вичерпної. Обмеженість потужностей або відсутність засобів для оброблення інформації, неточність внаслідок застосування наближених методів оцінки даних негативно позначаються на визначенні ризиків.

Основними джерелами отримання інформації для оцінки ризику є:

- документація (*внутрішні документи* — фінансова і управлінська звітність, господарські договори, розпорядчі документи, технічна документація; *зовнішні документи* — законодавчі акти, публікації в періодичних виданнях, звіти страхових компаній, документи спеціалізованих фірм, що займаються збором підприємницької інформації як товару);
- результати, отримані шляхом спостереження;
- дані про зовнішні і внутрішні взаємозв'язки підприємства.

Доповнює якісний аналіз кількісна оцінка підприємницького ризику

Кількісний аналіз ризику – числове визначення величини окремих видів ризиків, а також сукупного ризику всього вибраного напряму підприємницької діяльності.

Економічний ризик можна, визначати як в абсолютних так і у відносних величинах. Визначення ступеня ризику в абсолютних величинах доцільно використовувати щодо характеристики окремих видів втрат, а у відносних – при порівнюванні прогнозованого рівня втрат з реальним, середньогалузевим, середнім на ринку тощо.

Особливості кількісного аналізу зумовлені наступним: видом діяльності; досліджуваною проблемою; факторами, що породжують ризик; доступністю інформації, що характеризує ризик; перевагами; ставленням особи, що приймає рішення, до ризику, її професійною підготовкою; кількістю часу, відведеного на ухвалення рішення.

Фактори ризику поділяють на *контрольовані* і *неконтрольовані*. Контрольовані необхідно виявляти і мінімізувати їх дію на етапі якісної оцінки, що дає змогу усунути ризик.

Ризикову ситуацію ініціюють неконтрольовані, тобто непідвладні зацікавленому суб'єкту, фактори, їх поділяють на *невизначені* і *випадкові*. Імовірнісні судження про невизначені фактори відсутні. Найбільше, що можна з'ясувати, це чи вкладаються їх можливі наслідки в певний діапазон кількісних значень. До випадкових факторів відносять ті, щодо яких відомі необхідні для опису випадкових величин стохастичні характеристики: закони розподілу чи хоча б математичні очікування (середні) і дисперсії (середньоквадратичні або стандартні відхилення).

Якщо ризик спричиняють невизначені фактори, його кількісна оцінка надзвичайно складна. У цьому випадку застосовують методи пошуку оптимальної стратегії поведінки в умовах ризику, породженого невизначеністю: теорію стратегічних ігор, імітаційне моделювання тощо. Якщо ж ризик зумовлюють випадкові фактори, прийнятний ступінь ризику залежить від конкретних обставин.

Підприємницька діяльність загалом і окремі її напрями (виробничий, фінансовий, комерційний) мають динамічний характер і обтяжені ризиками. Отже, підприємець, прагнучи управляти розвитком ризикової ситуації (події, процесу), повинен постійно аналізувати і оцінювати, а також відслідковувати можливі наслідки, втрати чи прибуток її перебігу.

6. Фактори що зумовлюють економічні ризики

Підприємницькі ризики виникають внаслідок численних чинників. Вони можуть бути закладеними в організації діяльності або стратегії фірми, чи виступати результатом дій самого підприємця. Ризики можуть бути наслідком внутрішніх для фірми рішень або впливу зовнішнього середовища (дії конкурентів, постачальників, думки громадськості, зміни кон'юнктури ринку, відсутності повноцінної інформації і т.д.). Рідшими, але за збитками і наслідками набагато важчими, є форс-мажорні обставини: стихійні лиха; аварії в енергетичних мережах; пожежі та вибухи; смерть керівника і головних

спеціалістів; раптова поява сильних конкурентів; несприятливе ставлення уряду і преси.

Умови підприємницької діяльності в Україні значно відрізняються від умов у країнах із сформованою ринковою економікою, тому основні причини кризових ситуацій значно відрізняються від зазначених вище. Аналіз сучасного стану економіки країни дає змогу виділити низку основних причин, що збільшують рівень економічного ризику :

- нечіткість і перманентна мінливість законодавчих та нормативних актів, що регулюють підприємницьку діяльність;
- високі темпи інфляції;
- політична нестабільність.

Під зовнішніми чинниками варто розуміти ті умови, які підприємство, як правило, не може змінити, але враховувати повинно, оскільки вони позначаються на стані його справ.

Існує багато зовнішніх чинників, що впливають на рівень ризику. Слід зазначити, що з кожним роком збільшується кількість зовнішніх чинників, які впливають на рівень ризику і потребують урахування в підприємницькій діяльності.

Під чинниками прямого впливу розуміють чинники, що безпосередньо впливають на рівень ризику. Чинники опосередкованого впливу не впливають безпосередньо на рівень ризику, але сприяють його зміні.

Дія внутрішніх чинників ризику призводить до неефективної діяльності підприємства, погіршення фінансового стану та навіть до банкрутства. За існуючими оцінками, у розвинутих країнах із стійкою політичною й економічною системою до банкрутства на одну третину є причетними зовнішні чинники і на дві третини — внутрішні.

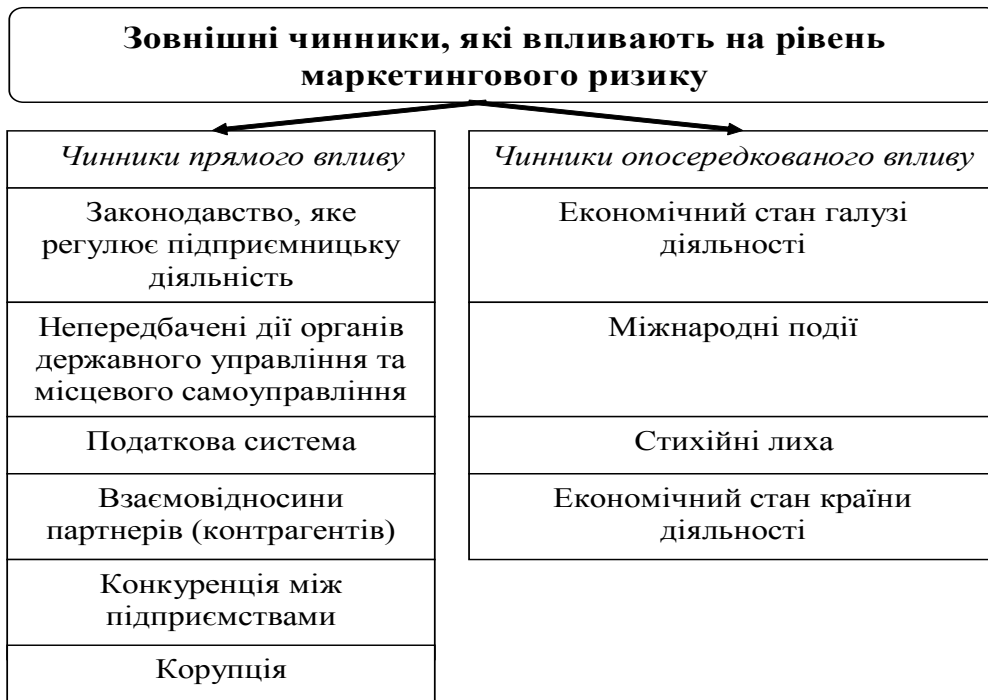


Рис. 1.5 Система зовнішніх чинників, що впливають на рівень маркетингового ризику

Відомий економіст Філіп Нельсон за результатами аналізу діяльності невеликих фірм виділив 12 проблем, які загрожують успіху діяльності підприємства [110]. Ці проблеми можна об'єднати в дві групи. Перша група – помилки недогляду (неправильне прогнозування, відсутність досвіду), а друга група — помилки, пов'язані з делегуванням повноважень.

Не менший вплив на підприємницьку діяльність мають внутрішні фактори, до яких слід віднести всі ті дії, процеси і предмети, причиною яких є діяльність компанії, як у сфері управління, так і у сфері обігу і виробництва (основна, допоміжна і забезпечуюча діяльність).

У групу внутрішніх чинників зазвичай включають плановірність, цілеспрямованість і науковий підхід в діяльності керівництва та відповідних служб компанії по розробці ефективної стратегії розвитку підприємства, оцінці характеристики надійності функціонування технічної системи в компанії, рівень освіти персоналу, витрати виробництва та обігу, обсяг реалізації, норма прибутку, оборотність коштів, якість товарів, робіт, послуг та ін..

Усі фактори, що так чи інакше впливають на ріст ступеня ризику, можна умовно розділити на дві групи: об'єктивні і суб'єктивні.

До *об'єктивних факторів* відносяться фактори, що не залежать безпосередньо від самої фірми: інфляція, конкуренція, анархія, політичні й економічні кризи, екологія, мито, наявність режиму найбільшого сприяння, можлива робота в зонах вільного економічного підприємництва і т.д.

До *суб'єктивних факторів* відносяться фактори, що характеризують безпосередньо дану фірму: виробничий потенціал, технічне оснащення, рівень предметної і технологічної спеціалізації; організація праці, рівень продуктивності праці, ступінь кооперативних зв'язків, рівень техніки безпеки, вибір типу контрактів з інвестором-замовником і т.д. Останній фактор відіграє важливу роль для фірми, тому що від типу контракту залежить ступінь ризику і величина винагороди по закінченні проекту.

7. Зони та рівні ризику. Взаємозв'язок прибутку і ризику

Безсумнівно, що ризик є імовірнісна категорія. Тому, найобгрунтованіше з наукових позицій характеризувати й виміряти його як імовірність виникнення певного рівня втрат. При всебічній оцінці ризику варто було б установлювати для кожного абсолютного або відносного значення величини можливих втрат відповідну ймовірність виникнення такої величини.

Побудова кривої ймовірностей (або таблиці) має бути вихідною стадією оцінки ризику. Але стосовно до підприємництва це найчастіше надзвичайно складне завдання. Тому практично доводиться обмежуватися спрощеними підходами, оцінюючи ризик за одними або декількома, показниками, що є узагальненими характеристиками і найбільш важливі для судження про прийнятність ризику.

Розглянемо деякі з головних показників ризику. Із цією метою спочатку виділимо певні області або зони ризику залежно від величини втрат.

Область, у якій втрати не очікуються, назовемо *безризиковою зоною*. Їй відповідають нульові втрати або негативні (перевищення прибутки).

Область мінімального ризику (II) характеризується розмірами втрат, які не перевищують чистого прибутку. Підприємство ризикує тим, що, у гіршому випадку, воно не одержить чистого прибутку. У кращому випадку - чистий прибуток буде менше його розрахункового значення.

Область підвищеного ризику (III) характеризується втратами, що не перевищують валового доходу. Підприємство ризикує тим, що, у гіршому випадку, воно не зможе виплатити заробітну плату своїм працівникам за виконану роботу, але при цьому покриє матеріальні витрати, пов'язані з виробництвом продукції.

Наступну, більш небезпечну область, будемо називати *зоною критичного ризику*. Це область характеризується можливістю втрат, що перевищують величину очікуваного прибутку, аж до величини повного розрахункового виторгу від підприємництва, що представляє суму витрат і прибутку.

По іншому, зона критичного ризику характеризується небезпекою втрат, які свідомо перевищують очікуваний прибуток, й по максимуму може призвести до втрат, до неповернення, всіх засобів, вкладених підприємцем. В останньому випадку підприємець не тільки не одержує від угоди ніякого доходу, але зазнає збитків у сумі всіх здійснених витрат.

Крім критичного, доцільно розглянути ще більш небезпечний – катастрофічний ризик. **Зона катастрофічного ризику** – це область можливих втрат, які перевищують величину розрахованої виручки і можуть сягати вартості майна підприємця.

Катастрофічний ризик може привести підприємство до банкрутства, крім того до катастрофічних відносяться всі ризики пов'язані із загрозою для життя людей, оточуючого середовища, тощо.

Побудуємо криву розподілу ймовірностей можливих втрат прибутку, яку треба називати кривою ризику.

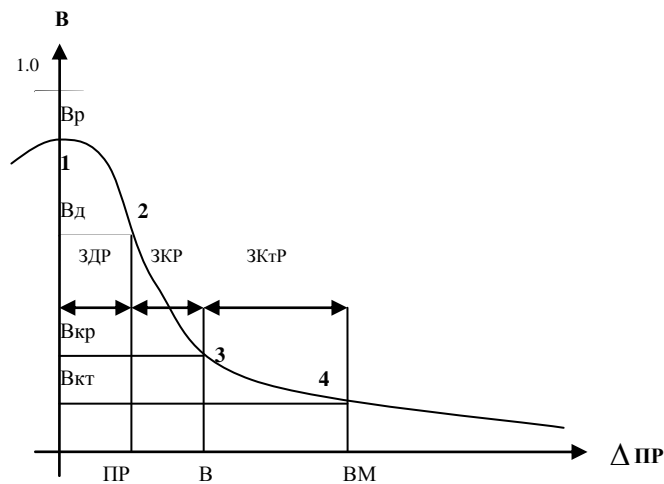


Рис 1.6 Типова крива розподілу ймовірностей виникнення певного рівня втрат прибутку

Виділимо на зображеній кривій розподілу ймовірностей втрат прибутку (доходу) ряд характерних точок:

т.1 – характеризує найбільш ймовірні збитки по проекту і сподівану або середню віддачу цього проекту;

т.2 – відповідає точці допустимого ризику, в якій збитки будуть мати величину, яка дорівнює загальній величині прибутку від проекту. Ця точка є верхньою межею зони допустимого ризику;

т.3 – характеризує ступінь гранично допустимого критичного ризику, тобто ризику втрат, які сягають величини розрахункової виручки від проекту;

т.4 – характеризує ступінь гранично-катастрофічного ризику, тобто ризику втрат, як сягають розміру всього майна підприємства.

Втрати, що перевищують майновий стан підприємця, не розглядаються, тому що їх неможливо стягнути.

Імовірності певних рівнів втрат є важливими показниками, що дозволяють висловлювати судження про очікуваний ризик і його прийнятність, тому побудовану криву можна назвати кривою ризику.

Позначимо граничні значення ймовірностей виникнення допустимого, критичного й катастрофічного ризику відповідно K_d , $K_{кр}$, $K_{кт}$. Величини цих показників у принципі повинна встановлювати й рекомендувати прикладна теорія підприємницького ризику, але й сам підприємець має право визначити свої власні граничні рівні ризику, які він не хоче перевищувати.

Показники ризику:

1) показник допустимого ризику – це ймовірність того, що витрати виявляться більшими за граничнодопустимий рівень (таким рівнем є прибуток від проекту);

2) показник критичного ризику – це ймовірність того, що втрати виявляться більшими за допустимий критичний рівень (розрахункова виручка);

3) показник катастрофічного ризику – це ймовірність того, що втрати по проекту виявляться більшими за граничний катастрофічний рівень (вартість майна підприємця).

Але для обґрунтування рішення недостатньо лише здійснити розрахунок зазначених показників, необхідно також встановити їх граничні величини, визначити рівні ризику.

Таблиця 1.1

Рівні ризику залежно від співвідношення величини можливих втрат і величини власних коштів підприємства

$R = \frac{Bm}{BK}$	Рівень ризику
$R \leq 0,25$	Прийнятий
$0,25 < R \leq 0,50$	Допустимий
$0,50 < R \leq 0,75$	Критичний
$R > 0,75$	Катастрофічний

Маючи значення трьох показників ризику й критеріїв граничного ризику, сформулюємо загальні умови прийнятності виду підприємництва, що аналізується:

Таблиця 1.2

Типи поведінки особи, що приймає рішення, залежно від співвідношення очікуваних значень втрат ($E_{вт}$) і надбань ($E_{нд}$)

$R = \frac{E_{вт}}{E_{нд}}$	Тип поведінки
$R \leq 0,2$	Песимістичний
$0,2 < R \leq 0,4$	Обережний
$0,4 < R \leq 0,6$	Середньоризикований
$0,6 < R \leq 0,8$	Ризикований
$0,8 < R \leq 1$	Високоризикований
$R \geq 1$	Азартний

Наприклад, якщо ймовірність катастрофічної втрати виражається показником, що свідчать про відчутну загрозу втрати всього стану (наприклад, при його значенні, рівному 0,2), то розсудливий обережний підприємець свідомо відмовиться від такої справи й не піде на подібний ризик.

Отже, головне в оцінці господарського ризику полягає в мистецтві побудови кривої ймовірностей можливих втрат, або хоча б визначенні зон і показників припустимого, критичного й катастрофічного ризику.

Розрахунок зазначених показників дає змогу зробити судження про різні стадії ризикованості проекту і захистити рішення на кожному етапі реалізації проекту.

Найчастіше під час прийняття економічних рішень підприємця цікавить не стільки ймовірність певного рівня втрат, скільки ймовірність, що його втрати не перевищать певної позначки. Таким чином, якщо при оцінці ризику підприємницької діяльності вдається побудувати не всю криву ймовірностей ризику, а тільки встановити чотири характерні точки (найбільш імовірний рівень ризику й імовірності допустимої, критичної й

катастрофічної втрат), то завдання такої оцінки можна вважати успішно вирішеним.

Знання цих показників достатньо, щоб у переважній більшості випадків іти на обґрунтований ризик.

Відзначу, що підприємцеві, що оцінює ризик, більше властивий не точковий, а інтервальний підхід. Наприклад, йому важливо знати не тільки, що ймовірність втратити 1000 грн. в майбутній угоді становить 0,1 або 10%. Він буде також цікавитися, наскільки ймовірно втратити суму, що лежить у певних межах (в інтервалі, наприклад, від 1000 до 1500 грн.).

У процесі прийняття підприємцем рішень про допустимість і доцільність ризику йому важливо уявляти не стільки ймовірність певного рівня втрат, скільки ймовірність того, що втрати не перевищать деякого рівня. Це і є основний показник ризику.

Ймовірність того, що втрати не перевищать певного рівня, є показник надійності, упевненості. Очевидно, що показники ризику й надійності підприємницької справи тісно зв'язані між собою.

Припустимо, підприємцеві вдалося встановити, що ймовірність втратити 10000 грн.. рівна 0,1%, тобто відносно невелика, і він готовий до такого ризику.

Принципово важливим тут є те, що підприємець побоюється втратити не рівно 10000 грн.. Він готовий іти на будь-яку меншу втрату й ніяк не готовий погодитися на більшу. Це природна закономірна психологія поведінки підприємця в умовах ризику.

При оцінці рівня ризику проектів використовують таку взаємозалежність між ризиком і доходом:

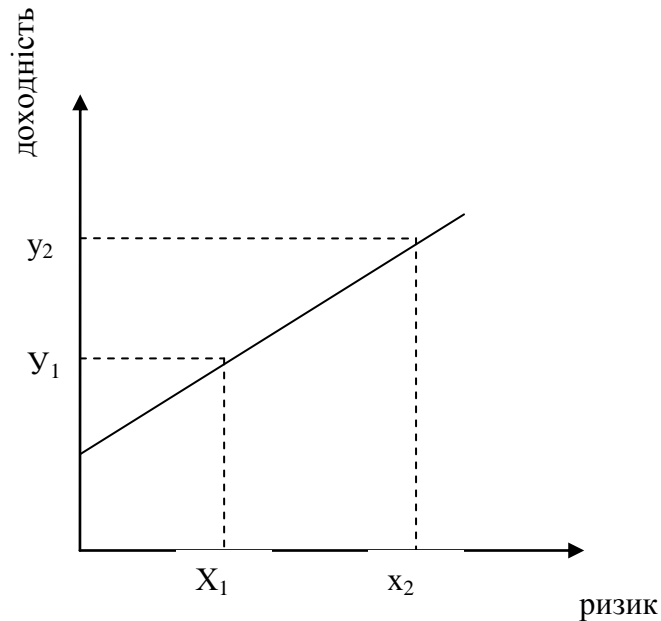


Рис. 1.7. Залежність між ризиком та доходом

Як видно з малюнку, починаючи з інвестицій, вільних від ризику (1) при зростанні рівня ризику проекту збільшується його доходність.

Інший фактор, що впливає на ризик, є час. Тому ризик іноді називають зростаючою функцією часу, тобто чим довшим є термін реалізації рішення, тим більшим є ризик.

8. Ризик у менеджменті та основні принципи управління ним

В основі ризик-менеджменту лежать цілеспрямований пошук і організація роботи по зниженню міри ризику, мистецтво отримання і збільшення доходу (виграшу, прибутку) в невизначеній господарській ситуації.

Кінцева мета ризик-менеджменту відповідає цільовій функції підприємництва. Вона полягає в отриманні найбільшого прибутку при прийнятному для підприємця співвідношенні прибутку і ризику. Ризик-менеджмент являє собою систему управління ризиком і економічними відносинами, які виникають у процесі цього управління.

Ризик-менеджмент включає в себе *стратегію і тактику управління*. Під *стратегією управління* розуміються напрям і спосіб використання коштів для досягнення поставленої мети. Цьому способу відповідає певний набір правил і обмежень для прийняття рішення.

Тактика -- це конкретні методи і прийоми для досягнення поставленої мети в конкретних умовах. Задачею тактики управління є вибір оптимального рішення з найбільш прийнятних в даній господарській ситуації методів і прийомів управління.

Ризик-менеджмент як система управління складається з двох підсистем: керованої підсистеми (об'єкта управління) і керуючої підсистеми (суб'єкта управління).

Об'єктом управління в ризик-менеджменті є ризик, ризикові вкладення капіталу і економічні відносини між господарюючими суб'єктами в процесі реалізації ризику, До цих економічних відносин відносяться відносини між страхувальником і страховщиком, позичальником і кредитором, між підприємцями (партнерами, конкурентами) і т.ін.

Суб'єкт управління в ризик-менеджменті -- це спеціальна група людей (фінансовий менеджер, фахівець з страхування і інші), яка за допомогою різних прийомів і способів управлінського впливу здійснює цілеспрямоване функціонування об'єкта управління. Інформаційне забезпечення функціонування ризик-менеджменту складається з різного роду і виду інформації: статистичної, економічної, комерційної, фінансової і т.ін.

Ризик-менеджмент виконує певні функції.

1. Прогнозування в ризик-менеджменті являє собою розробку на перспективу змін фінансового становища об'єкта загалом і його різних частин.
2. Організація в ризик-менеджменті являє собою об'єднання людей, які спільно реалізують програму ризикового вкладення капіталу на основі певних правил і процедур.
3. Регулювання в ризик-менеджменті являє собою вплив на об'єкт

управління, за допомогою якого досягається стан стійкості цього об'єкта в разі виникнення відхилення від заданих параметрів.

4. Координація в ризик-менеджменті являє собою узгодженість роботи всіх ланок системи управління ризиком, апарату управління і фахівців.
5. Стимулювання в ризик-менеджменті являє собою спонукання фінансових менеджерів і інших фахівців до зацікавленості в результатах своєї праці.
6. Контроль в ризик-менеджменті являє собою перевірку організації роботи по зниженню міри ризику. Контроль передбачає аналіз результатів заходів щодо зниження міри ризику.
7. Організація ризик-менеджменту являє собою систему заходів,, спрямованих на раціональне поєднання всіх його елементів в єдиній технології процесу управління ризиком.

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ

1. Не можна ризикувати більше, ніж це може дозволити власний капітал.
2. Треба думати про наслідки ризику.
3. Не можна ризикувати багато чим ради малого.
4. Позитивне рішення приймається лише при відсутності сумніву.
5. При наявності сумнівів приймаються негативні рішення.
6. Не можна думати, що завжди існує тільки одне рішення можливо, є і інші.

Функціональний підхід до управління підприємницькими ризиками полягає у тому, що, по-перше, підрозділи підприємства самостійно управляють своїми ризиками, і, по-друге, до уваги приймається обмежений перелік ризиків – насамперед фінансові та ті, які можуть бути застраховані. Такий підхід отримав назву інтегрального ризик-менеджменту, стратегічного ризик-менеджменту та ризик-менеджменту в рамках усього підприємства (integrated, strategic, enterprise-wide risk management).

Мета інтегрального ризик-менеджменту полягає у створенні, захисті і збільшенні багатства власників компанії за допомогою управління факторами невизначеності, що можуть як негативно, так і позитивно вплинути на досягнення організацією своїх цілей. Його завдання – виявляти, аналізувати та впливати на всі ризики, з якими зіштовхується компанія як з позиції попередження та мінімізації збитків, так і з позиції використання сприятливих можливостей для зростання вартості активів компанії.

Таблиця

Основні ознаки	Функціональний ризик-менеджмент	Інтегральний ризик-менеджмент
функціонального та інтегрального ризик-менеджменту	Фрагментований ризик-менеджмент: кожен відділ самостійно керує власними ризиками (відповідно до своїх функцій). Насамперед це стосується фінансового і виробничого підрозділів	Інтегрований, об'єднаний ризик-менеджмент: управління ризиками координує вище керівництво; кожен працівник організації розглядає ризик-менеджмент як частину своєї роботи
	Дискретний ризик-менеджмент: управління ризиками відноситься до певних етапів діяльності компанії.	Безперервний ризик-менеджмент: процес управління ризиками триває безупинно
	Обмежений ризик-менеджмент: стосується передусім застрахованих і фінансових ризиків	Розширений ризик-менеджмент: розглядаються усі ризики і можливості організації

Основна увага дослідників ризик-менеджменту зосереджується на практиці управління ризиками в рамках великих компаній, тоді як особливості ризик-менеджменту в малому та середньому бізнесі досліджені недостатньо повно.

Тема 2. Основні підходи до кількісного аналізу ризику

1. Методи кількісного аналізу ризику

Для кількісного аналізу ризику використовують низку методів. Серед них, як показують дослідження, інваріантними стосовно широкого спектра економічних проблем є такі:

- **Метод аналогій** - дає змогу оцінити рівень ризику за окремими операціями на основі порівняння з аналогічними, вже багаторазово здійснюваними операціями.
- **Експертний метод** - дає змогу визначити рівень ризику в тому разі, якщо відсутня необхідна інформація для здійснення розрахунків або порівняння, базуються на опитуванні кваліфікованих спеціалістів з наступною статистично-математичною обробкою результатів цього опитування.
- **Статистичний** – застосовуються тільки за наявності достатньо великого обсягу статистичної інформації для отримання точної кількісної величини рівня ризику.
- **Аналітичний** – призначений для розрахунку відносно точного кількісного вираження рівня ризику на основі внутрішньої інформаційної бази самого підприємства.

Метод експертних оцінок

Експертна оцінка ризику — суб'єктивний висновок щодо певного економічного явища (ризик), отриманий фахівцями після його дослідження і аналізування.

Є індивідуальні та групові експертні оцінки.

Різновидом групової експертизи є метод «Делфі», який передбачає проведення кількох турів експертного опитування. Протягом кожного туру експерти повідомляють свою думку і дають оцінку ситуації. При обробленні інформації, отриманої від експертів, усі оцінки розміщують в порядку їх спадання, визначають медіану (значення, розміщене

посередині) і квартилі (їх значення одержують при поділі ряду чисел на чотири однакові за кількістю групи). Експертів, оцінки яких потрапили до крайніх груп (1-го і 4-го квартилів), просять обґрунтувати свою думку, з їх висновками, не вказуючи, кому вони належать, ознайомлюють решту фахівців. Така процедури дає змогу спеціалістам змінити за необхідності свою оцінку, врахувавши обставини, які вони випадково могли пропустити або якими знехтували в першому турі, опитування. Після отримання оцінок другого туру знов визначають медіану і квартилі. Процес продовжується доти, доки рух в напрямі збігання думок не стає незначним.

Деякі спеціалісти ставляться з недовірою до експертного методу, вважаючи, що відсутні, гарантії достовірності одержаних оцінок. Однак існуючі способи визначення достовірності ґрунтуються на припущенні, що у разі узгоджуваності дій експертів достовірність оцінок є достатньо високою.

Достовірність експертизи знижується не лише через брак інформації та некомпетентність експертів, а й зацікавленість їх у результатах. Цих недоліків можна уникнути, правильно організувавши експертну процедуру — від підбору експертів до оброблення їх оцінок.

Загальна схема експертних опитувань охоплює такі основні етапи:

- 1) підбір експертів і формування експертних груп;
 - 2) формулювання питань з розроблених анкет
 - 3) робота з експертами;
 - 4) формулювання правил визначення підсумкових оцінок на основі оцінок окремих експертів;
- б) аналізування і оброблення експертних оцінок.

На першому етапі з огляду на цілі експертного опитування визначають структуру експертної групи, кількість експертів, вимоги до їх особистісних якостей, тобто вимоги до спеціалізації і кваліфікації експертів, необхідну кількість експертів кожної спеціалізації, їх загальну кількість у групі.

Сприятиме отриманню об'єктивних висновків дотримання таких умов:

—формування експертами незалежних власних суджень про об'єкт дослідження;

—зручність роботи з анкетною (питання формулюються в загальноприйнятих термінах, повинні виключати: будь-яку смислову неоднозначність тощо);

—логічна відповідність питань структурі об'єкта дослідження;

—достатній час на відповіді анкети, зручний час для оцінювання;

—збереження анонімності відповідей;

—надання експертам усієї необхідної інформації.

Порядок роботи з експертами

1) експерти залучаються в індивідуальному порядку з такими цілями: уточнити модель об'єкта, його параметри і показники; уточнити формулювання питань і термінологію в анкетах; погодити доцільність певних форм подання таблиць експертних оцінок; уточнити склад групи експертів;

2) експертам надають анкети з пояснювальним листом, де описані мета роботи, структура і порядок побудови таблиць з можливим наведенням прикладів (інформація може бути надана усно). Обов'язково слід забезпечити самостійне заповнення анкет, за потреби — зі збереженням анонімності;

3} здійснюється робота з експертами після одержання результатів опитування в процесі їх оброблення і аналізування (експерти у формі консультування за необхідності отримують усю інформацію для уточнення даних і їх остаточного аналізу).

Кожному експерту надається перелік можливих ризиків і пропонується імовірність їхнього настання, користаючись шкалою оцінок.

Приклад: 0 –1; 1 – 10; 1 – 100, де

0 – несуттєвий ризик,

25 – ризикова ситуація імовірніше не наступить,

50 – про можливість ризикової ситуації нічого визначеного сказати не можна,

75 – ризикова ситуація швидше за все наступить,

100 – ризикова ситуація наступить виразно.

0 – 25 – прийнятний ризик – безризикова зона,

25 – 50 – припустимий ризик,

50 – 75 – критичний ризик,

75 – 100 – катастрофічний ризик.

Кількісна оцінка кожного виду ризику і ризику проектів у цілому визначається за формулами:

$$R = \sum_{i=1}^N R_j q_j, \quad R_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{n_j} R_{ij} q_{ij}, \quad j = \overline{1, N}.$$

R – ризик проекту в цілому;

R_j – кількісна оцінка;

q_j – вага j-го ризику;

R_{ij} – оцінка i-го виду показника в j-ом виді ризику;

q_{ij} – вага i-го показника в j-ом виді ризику;

n_j – число показників, що враховуються, у j-ом виді ризику; показнику;

m – розмах великої шкали, у межах якої здійснюється оцінка

N – кількість видів ризику.

Методи обробки результатів опитування:

1) *Метод надання переваг*. При використанні цього методу експерти нумерують об'єкти (показники ризику) у порядку їх характерності (важливості), при цьому найменш характерний елемент отримує №1. У процесі обробки результатів розраховується коефіцієнт відносної важливості (характерності) j-того елемента за такою залежністю:

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n K_{ij}},$$

де K_{ij} – місце, на яке поставлена характерність j -того елемента (показника) у i -того експерта; n – кількість експертів; S – кількість елементів, що розглядаються.

Той показник, для якого даний коефіцієнт найбільший і є показник ризику, що на думку експертів у більшій мірі характеризує об'єкт.

2) *Метод рангів*. При цьому методі експерти оцінюють важливість кожного елемента за шкалою відносної значущості в наперед обумовленому діапазоні: 0-1, 0-10, 0-100.

Цей метод, на відміну від попереднього, дозволяє оцінити не тільки пріоритетність j -того елемента, але і ступінь його вагомості.

Результати оцінок перевіряють на суперечливість за наступним правилом: допустима різниця між оцінками 2-х експертів по будь-якому виді ризику не повинна перевищувати 50. $\text{Max} (R_{aj} - R_{bj}) \leq 50$

Статистичний метод

Статистичний метод оцінки ризику полягає у вивченні статистики втрат (негативних наслідків реалізації рішень), які мали місце в аналогічних видах підприємницької діяльності.

Статистичний метод - це розрахунок ймовірностей виникнення втрат на основі аналізу всіх наявних статистичних даних, які стосуються результативності здійснення операцій, що розглядаються.

При цьому можуть використовуватись різні способи оцінки, у тому числі і дисперсійний аналіз. Основним показником, який розраховується на підставі статистичного методу є частота втрат, пов'язаних із даним видом діяльності. Частота виникнення деякого рівня втрат знаходиться за наступною формулою:

$$f^0 = \frac{n'}{n_{\text{общ.}}} ;$$

де f^0 – частота виникнення деякого рівня втрат;

n' – число випадків настання конкретного рівня втрат;

$n_{общ.}$ – загальне число випадків у статистичній вибірці, що включає й успішно здійснені операції даного виду.

На основі методу при проектуванні рішення показник частоти втрат переноситься на прогнозовані дані і розглядається вже як ймовірність настання певного рівня втрат.

Даний метод дає досить точні результати при дотриманні трьох основних умов:

1) наявність достовірних статистичних даних не менш ніж за 3-5 попередніх періодів господарювання;

2) наявність чітко виражених тенденцій зміни рівня ризику в минулому і сьогодні;

3) виявлені тенденції змін оціночного показника зберігаються і у прогнозованому періоді часу (це може бути при аналогічних зовнішніх умовах в аналізованому та прогнозованому періодах часу).

В умовах різких різноспрямованих змін зовнішнього і внутрішнього середовища господарювання даний метод практично не застосовується. Крім того, він більшою мірою орієнтовний на констатацію існуючого положення, ніж на прогнозування майбутніх результатів.

На сьогоднішній день статистичний метод застосовується у різних модифікаціях і найбільшої популярності набуває метод статистичного випробування (метод Монте-Карло). Перевагою цього методу є можливість аналізувати і оцінювати різні сценарії розвитку проекту, враховуючи різні фактори в рамках одного підходу. Недоліком цього методу є значний рівень використання ймовірних характеристик, що іноді не задовольняє менеджерів проекту.

Метод аналогій

Для аналізу ризику, яким може бути обтяжений, скажімо, новий проект, корисними можуть виявитись дані про наслідки впливу несприятливих чинників ризику якихось, близьких за суттю, раніше виконуваних проектів. У цій сфері найбільшу ініціативу виявляють страхові компанії. Так, на Заході вони регулярно публікують коментарі щодо тенденцій у найважливіших зонах ризику, наприклад, відносно природних катаклізмів (катастроф) і значних збитків. На підставі цих даних можна дійти певних висновків загального характеру.

Метод аналогій (при оцінюванні ризику) – це система оцінювання нових, невідомих ситуацій чи процесів, що передбачає застосування методик або показників інших методів кількісного аналізу з подальшим корегування (поправкою) результатів на подібність (відмінність) між досліджуваною ситуацією і базою оцінювання.

При використанні аналогів застосовують бази даних і знань стосовно чинників ризику. Ці бази формуються на матеріалах з літературних джерел, пошукових робіт, моніторингу шляхом опитування фахівців (менеджерів проектів) тощо. Одержані дані обробляють, використовуючи відповідний математичний апарат для виявлення залежностей, причин, з метою врахування потенційного ризику в реалізації нових проектів.

Необхідно, однак, зазначити, що навіть у простих і широковідомих випадках невдалого завершення проектів досить важко створити передумови для майбутнього аналізу, тобто підготувати досить вичерпний і реалістичний набір сценаріїв можливих невдалих завершень проектів.

Для більшості можливих збитків і зумовленого ними ризику характерні такі особливості [295]:

- їх причини з часом нашаровуються одна на одну, має місце тривалий інкубаційний період їх визрівання;
- вони якісно відрізняються одне від одного;
- їх ефект проявляється як результат складної суперпозиції низки непрогнозованих причин.

Аналітичний метод

В основі *аналітичного методу* лежить класичне правило ринкової економіки про те, що більший ризик пов'язаний з більшим доходом, тому застосування будь-якого методу з аналітичних, менеджер зводить до оцінки приросту доходу проекту і приросту ризику проекту, тобто граничної корисності.

Аналітичний метод оцінювання ризику – система статистичних оцінок на основі попереднього експертного відбору ключових параметрів з подальшим аналізом впливу факторів ризику на них.

В рамках аналітичного використовують різні методи, серед яких можна виділити:

- *метод аналізу абсолютних і відносних показників;*
- *метод аналізу чутливості.*

Для ілюстрації аналітичних методів розглянемо метод аналізу чутливості моделі, який застосовується в такій послідовності:

1 крок: вибір основного ключового показника відносно якого здійснюється оцінка чутливості;

2 крок: вибір факторів ризику (вхідних параметрів), які можуть вплинути на ключовий показник, відхиляючи його від очікуваного значення;

3 крок: розрахунок конкретних значень ключового показника на різних етапах здійснення проекту і при різних значеннях обраних факторів ризику.

Сформовані таким чином потоки надходжень і витрат дають змогу у кожний момент часу розрахувати показники ефективності. При цьому будують діаграми залежності між результуючим показником і змінними вхідними параметрами. Зіставляючи між собою отримані діаграми, можна визначати ті фактори, зміни в яких в найбільшій мірі впливають на кінцеве значення ключового параметру (фактори ризику).

Розраховуючи критичні для проекту значення факторів ризику підприємець (менеджер) виявляє слабкі місця і розробляє програму дій по посилені цих слабких місць. Так, якщо ціна на продукцію виявиться

критичним фактором, то можна посилити програму маркетингу або знизити вартість проекту.

Основним недоліком цього методу є те, що він не є всеохоплюючим, оскільки не здатний врахувати всі можливі обставини реалізації. Крім того, він не уточнює ймовірність здійснення альтернативних проектів.

Аналіз доцільності витрат

Метод доцільності затрат орієнтований на ідентифікацію потенційних зон ризику по проекту. Узагальненим фактором ризику тут вважається перевитрата коштів порівняно із запланованим обсягом. При цьому перевитрати по проекту можуть бути викликані одним із чотирьох факторів або їх комбінації:

- 1) первісна недооцінка вартості проекту;
- 2) зміна границь проектування;
- 3) зміни в продуктивності;
- 4) збільшення первісної вартості проекту.

Врахування таких факторів дозволяє, після розбивки інвестиційного процесу на окремі стадії, оцінити зону ризику, в яку потрапляє проект на кожній стадії і таким чином захистити інвестора від критичного та катастрофічного ризиків, оскільки на кожній стадії інвестор може прийняти рішення про припинення асигнувань по проекту.

Для здійснення аналізу коштів, що вкладаються в інвестиційний процес і відповідно піддаються ризику загальний фінансовий стан фірми інвестора можна поділити на п'ять фінансових областей:

- 1) область абсолютної стійкості з нульовим ризиком, коли мінімальною є величина запасів, затрат, а фірма знаходиться у безризиковій зоні;
- 2) область нормальної стійкості – відповідає області мінімального ризику, коли існує нормальна величина запасів і затрат;
- 3) область нестійкого фінансового стану відповідає зоні підвищеного ризику, коли існує надлишкова величина запасів і затрат;

4) область критичного фінансового стану відповідає зоні критичного ризику, коли на підприємстві має місце затовареність продукцією, низький попит на продукцію фірми;

5) область кризового стану, що відповідає області катастрофічного ризику, коли на підприємстві в наявності надмірна затовареність готовою продукцією, великі запаси і витрати, фірма знаходиться на грані банкрутства.

Постійний контроль за фінансовим станом у такий спосіб дає змогу заздалегідь відслідкувати негативні тенденції і тим самим зменшити ймовірність ризику банкрутства на підприємстві.

Деякі вчені-економісти пропонують визначати три показники фінансової стійкості фірми, з метою визначення ступеня ризику фінансових засобів.

Такими показниками є:

надлишок (+) чи недолік (-) власних засобів $(\pm E^c)$;

надлишок (+) чи недолік (-) власних, середньострокових і довгострокових позикових джерел формування запасів і витрат $(\pm E^m)$;

надлишок (+) чи недолік (-) загальної величини основних джерел для формування запасів і витрат $(\pm E^n)$.

Ці показники відповідають показникам забезпеченості запасів і витрат джерелом їхнього формування.

Балансова модель стійкості фінансового стану фірми має наступний вигляд:

$$F + Z + R^a = I^c + K^m + K^t + R^p,$$

де F – основні засоби вкладення;

Z – запаси і витрати;

R^a – кошти, короткострокові фінансові вкладення, дебіторська заборгованість та інші активи;

I^c – джерело власних засобів;
 K^m – середньострокові, довгострокові кредити і позикові засоби;
 K^t – короткострокові кредити (до 1 року), позички, не погашені в термін;

R^p – кредиторська заборгованість і позикові засоби.

Обчислення трьох показників фінансової стійкості дозволяє визначити для кожної фінансової області ступінь їхньої стійкості.

Наявність власних оборотних коштів дорівнює різниці величини джерел власних засобів і величини основних засобів і вкладень:

$$E^c = I^c - F,$$

тоді надлишок (+) чи недолік (–) власних засобів:

$$\pm E^c = E^c - Z.$$

Надлишок (+) чи недолік (–) власних і середньострокових, довгострокових джерел формування запасів і витрат:

$$\pm E^m = (E^c + K^m) - Z.$$

Надлишок (+) чи недолік (–) загальної величини основних джерел для формування запасів і витрат:

$$\pm E^h = (E^c + K^m + K^t) - Z.$$

При ідентифікації області фінансової ситуації використовується наступний трикомпонентний показник:

$$\bar{S} = \{S(\pm E^c), S(\pm E^m), S(\pm E^h)\}.$$

Де функція визначається в такий спосіб:

$$S(x) = 1, \text{ якщо } x \geq 0$$

$$S(x) = 0, \text{ якщо } x < 0$$

Виходячи з вищесказаного випливає, що:

абсолютна стійкість фінансового стану задається умовами:

$$\pm E^c \geq 0,$$

$$\pm E^m \geq 0, \quad \bar{S} = (1,1,1)$$

$$\pm E^h \geq 0;$$

нормальна стійкість фінансового стану задається умовами:

$$\pm E^c \approx 0,$$

$$\pm E^m \approx 0, \quad \bar{S} = (1,1,1)$$

$$\pm E^h \approx 0;$$

хиткий фінансовий стан, що дозволяє відновити рівновага платоспроможності фірми, задається умовами:

$$\pm E^c < 0,$$

$$\pm E^m \geq 0, \quad \bar{S} = (0,1,1)$$

$$\pm E^h \geq 0;$$

критичний фінансовий стан задається умовами:

$$\pm E^c < 0,$$

$$\pm E^m < 0, \quad \bar{S} = (0,0,1)$$

$$\pm E^h \geq 0,$$

кризовий фінансовий стан задається умовами:

$$\pm E^c < 0,$$

$$\pm E^m < 0, \quad \bar{S} = (0,0,0)$$

$$\pm E^h < 0.$$

Аналіз чутливості

Аналіз чутливості (вразливості) є одним з найпростіших і широковідомих методів урахування чинників невизначеності, характерних для оцінювання проектів у бізнесі. Як правило, він передуює власне 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 значнішу частку ризиків.

Аналіз чутливості може здійснюватися двома кроками.

Перший крок — формування моделі (часто за допомогою програмно-технічного комплексу), яка визначає математичні співвідношення між змінними (параметрами), що стосуються прогнозування (планування) очікуваних результатів [127].

Якісна (адекватна) модель — це модель, яка за умови «достовірних» початкових даних щодо змінних (аргументів, параметрів) здатна досить точно прогнозувати необхідний результат. Окрім усього, така модель містить усі суттєві чинники щодо об'єкта (проекту), який моделюється, ігнорує всі несуттєві, а також постулює на підставі системи відповідних гіпотез адекватні співвідношення між суттєвими змінними.

Другий крок — це власне аналіз чутливості. Він дає змогу ідентифікувати найважливіші (як чинники ризику) змінні в моделі оцінки об'єкта (проекту). Його суть полягає у вимірюванні чутливості основних показників, наприклад, ефективності проекту залежно від випадкової зміни чинників (тієї чи іншої змінної величини параметра). Наприклад, зростання чи падіння норми доходу залежно від зростання чи спаду експлуатаційних витрат.

За показники чутливості об'єкта (проекту) щодо зміни тих чи інших чинників доречно використовувати показники еластичності.

Еластичність — 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 відомий вираз для показника y , у вигляді дійсної функції від n чинників (аргументів), яка визначена в певній області значень цих аргументів:

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

то еластичність функції n аргументів щодо змінної $x_j, j=1, \dots, n$ визначається за формулою:

$$\varepsilon_j = \frac{\Delta y}{y} \bigg/ \frac{\Delta x_j}{x_j} = \frac{\Delta y}{\Delta x_j} \cdot \frac{x_j}{y} \%, \quad j=1, \dots, n.$$

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

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

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, тим вищим буде ступінь залежності, скажімо, норми доходу або чистої приведеної вартості (ЧПВ), тобто її чутливість, а отже, й ризик відповідно до зміни певного чинника.

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

Описаний вище метод чутливості для аналізу ризику відзначається простотою. Необхідно, однак, звернути увагу на те, що цей метод є дещо обмеженим. По-перше, він спирається на аналіз впливу на оцінку значення показника економічного ефекту чи ефективності (привабливості), зокрема, норми доходу проекту, лише окремих чинників (їх окремого впливу). Тоді як істотне значення має їх інтегральний вплив. Власне тут необхідно враховувати ефект синергізму.

По-друге, аналіз чутливості (вразливості) не враховує взаємозв'язку (взаємозалежності) між цими параметрами (чинниками). Так, зокрема, зміни у попиту можуть потягти за собою зміни у цінах тощо.

Отже, якщо не враховувати суттєві внутрішні взаємозалежності між прогнозованими чинниками (змінними), результати аналізу ризиків можуть бути деформованими.

Аналіз ризику методами імітаційного моделювання

Процес кількісного аналізу ризику за допомогою методів імітаційного моделювання можна розділити на сім кроків. Їх сутність і послідовність схематично показані на рис. 2.5

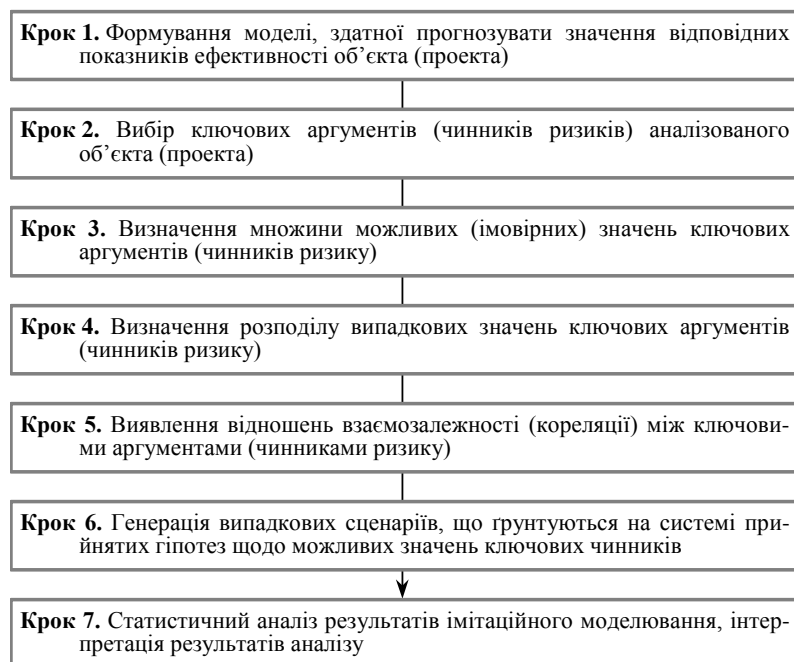


Рис. 2.5.Схема процесу аналізу ризику на основі методу імітаційного моделювання

Як і в методі чутливості аналізу ризику, тут також здійснюється оцінка коливань вихідної величини за випадкових змін вхідних величин, але детальніше, з урахуванням ступеня взаємозалежності випадкових змін вхідних величин.

Перший крок аналізу полягає в формуванні моделі об'єкта (проекту), що розглядається. Про це йшлося у попередньому матеріалі (аналіз чутливості).

Другий крок здійснюється для визначення ключових аргументів (чинників ризику), застосовуючи, зокрема, метод аналізу чутливості (вразливості). Аналіз вразливості використовується щодо низки чинників, які входять у нашу модель, але він не бере до уваги те, наскільки реалістичними (ймовірними) є ті чи інші випадкові коливання (значення) чинника ризику (аргумента). Для того, щоб дані, одержані в процесі аналізу вразливості, мали сенс, у тест аналізу повинна бути вмонтована концепція впливу

невизначеності, пов'язаної з чинниками, що аналізуються, а також можливості використати цей аналіз для вибору чинників підвищеного ризику. Наприклад, може бути визначено, що відхилення у ціні купівлі певного виду устаткування на початку здійснення інвестиційного проекту має значний вплив на чистий інтегрований дисконтований дохід від проекту (велике, за абсолютною величиною, значення коефіцієнта еластичності). Однак імовірність будь-якого, навіть досить незначного відхилення цього чинника може бути дуже малою, якщо, наприклад, постачальник, згідно з умовами контракту, зобов'язаний (гарантіями) здійснити поставки за фіксованою (узгодженою) ціною. Отже, ризик, пов'язаний з цим чинником (аргументом), незначний. Даний чинник вилучається з подальшого аналізу.

Третій крок полягає в тому, щоб визначити можливі інтервали відхилень прогнозованих значень параметрів (чинників ризику) від очікуваних (найімовірніших). На цьому етапі доречно використовувати математичні (статистичні) оцінки якості прогнозів [207].

Четвертий крок полягає у визначенні розподілу ймовірності випадкових (імовірних) значень аргументів (чинників ризику). Він здійснюється паралельно з третім кроком. Під час аналізу ризиків використовується інформація, що відображає множинність значень випадкових змінних (чинників), які входять у математичну модель, і відображає значення відповідних величин у майбутньому (стан економічного середовища) та їх розподіл. Тобто використання в аналізі ризику випадкових величин замість детермінованих власне і дає можливість адекватно врахувати ризик, яким обтяжена відповідна сфера економіки та підприємництва.

П'ятий крок призначений для виявлення взаємозалежності, яка на практиці може існувати між ключовими аргументами (чинниками ризику). Вважають, що дві та більше випадкові змінні корельовані в тому разі, коли вони змінюються систематично. У наборі ризикових чинників такі залежності (взаємозумовленість) зустрічаються досить часто. Наприклад, рівень собівартості значною мірою зумовлює величину ціни реалізації.

Рівень ціни на певний товар, як правило, має обернене співвідношення з обсягом його продажу.

Шостий крок полягає у здійсненні власне генерації випадкових сценаріїв, які ґрунтуються на системі прийнятих гіпотез щодо чинників ризику згідно з обраною моделлю на першому кроці. Після того, як усі гіпотези були ретельно досліджені і побудовано відповідні залежності, залишається лише послідовно здійснювати обчислення згідно з обраною на першому кроці моделлю до тих пір, доки не буде одержана досить репрезентативна вибірка з нескінченної множини можливих значень ключових аргументів, враховуючи накладені на них обмеження. Для цього, як свідчить досвід, достатньо, щоб вибірка була одержана в результаті здійснення 200—500 обчислень («прогонів»).

Сьомий крок. Після серії «прогону» можна одержати розподіл частот для результуючого показника (ефективності, чистої теперішньої вартості проекту, норми доходу тощо). Результати можуть бути подані як дискретним, так і неперервним законом розподілу результуючого показника як випадкової величини.

Отримані результати вимагають їх інтерпретації. Коли обчислено сподіване значення результуючого показника (наприклад, чиста приведена вартість або норма доходу) об'єкта (проекту), то 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 прийняти. Якщо знак відповідного показника (прибуток або ЧПВ) від'ємний, то такий проект слід відхилити.

З аналізу ситуацій можна вивести кілька правил щодо того, який з альтернативних проектів є сенс прийняти, беручи до уваги ризик.

Правило 1. Якщо криві інтегральних функцій законів розподілу ЧПВ двох альтернативних (взаємовиключаючих) проектів не перетинаються в жодній точці, то завжди доцільно віддати перевагу тому проекту, в якого

графік диференційної функції (щільність розподілу) розташований дещо правіше.

Правило 2. Якщо криві інтегральних функцій законів розподілу ЧПВ двох взаємовиключаючих проектів перетинаються в певній точці, то рішення залежить від суб'єкта (інвестора), від його схильності (несхильності) до ризику. Необхідні якісь додаткові гіпотези або додаткова інформація для прийняття одного з проектів.

Нормативний метод

Він базується на використанні системи фінансових коефіцієнтів, таких як:

- коефіцієнт ліквідності - розраховується як відношення засобів високої і середньої ліквідності (грошових коштів і дебіторської заборгованості) до короткострокової заборгованості. Нормативне значення - не менше ніж 0,5;
- коефіцієнт заборгованості - виражається відношенням суми позикових коштів і суми власного капіталу. Нормативне значення - не більше ніж 0,3-0,5.;
- коефіцієнт автономії - розраховується як відношення загальної суми власних коштів до активу фінансового балансу підприємства. Нормативне значення - не більше ніж 0,5.
- коефіцієнт маневреності - розраховується як відношення власного обігового капіталу (сума дебіторської заборгованості і запасів товарноматеріальних цінностей за винятком кредиторської заборгованості і заборгованості за позиками) до власного капіталу підприємства. Нормативне значення – не менше ніж 0,5.
- коефіцієнт іммобілізації (реальної вартості основних фондів) - являє собою відношення реального статутного капіталу або вартості основних фондів (за винятком зносу) до підсумку балансу підприємства. Нормативне значення - не більше ніж 0,6;

- коефіцієнт покриття - визначається як відношення суми обігових коштів підприємства до суми короткострокової заборгованості. Нормативне значення не менше ніж 2,0-2,5.

Таких коефіцієнтів використовується декілька десятків.

Фактичні значення коефіцієнтів, розраховані для конкретного підприємства, порівнюють з нормативними значеннями. За ступенем відхилення фактичних значень від нормативних судять про величину ризику.

До переваг нормативного методу варто віднести простоту й оперативність розрахунків, однак, як і розглянуті вище аналітичний метод і метод оцінки фінансової стійкості, він не враховує впливу окремих факторів ризику. Тобто він може бути рекомендований в основному для "відсікання" явно неприйнятних рішень, а оцінку тих, що залишилися варто вести іншими методами.

Крім того, різні коефіцієнти можуть свідчити про різний рівень ризику. У цій ситуації для кожного з коефіцієнтів визначають діапазон відхилень від нормативу (діапазон значень), що відповідає певному рівню ризику. Наприклад, відхилення в межах 25% від нормативу свідчать про мінімальний рівень ризику, 50% - підвищений, 75% - критичний, 100% - неприпустимий (див. п. 1). Далі визначають значимість (вагомість) кожного з коефіцієнтів (сума вагомостей дорівнює 1,0). Інтегральну оцінку ризику знаходять як середньозважену.

Метод аналізу ризику за допомогою дерева рішень

Існує кілька різновидів даного методу. Розглянемо два з них.

1. Використання дерева рішень для розробки оптимального алгоритму дій з урахуванням результативності і ризику.

У процесі підготовки рішення виділяють різні його варіанти, то можуть бути прийняті, а також для кожного з варіантів ситуації, які можуть наступити незалежно від волі особи, яка приймає рішення. Ці ситуації також беруть до уваги.

Далі, зображуючи графічно можливі варіанти рішень і їхні наслідки, одержують дерево рішень, що залежно від ступеня складності проблеми має різне число гілок.

Слідуючи від вихідної точки уздовж гілок дерева, можна різними шляхами досягти будь-якої його кінцевої точки. Гілкам конкретного дерева співвідносять об'єктивні або суб'єктивні оцінки можливості реалізації розглянутих подій і впливу на них прийнятих рішень або виконуваних дій (вірогідність, розміри витрат і доходів). Таким чином, слідуючи уздовж гілок дерева, можна за допомогою відомих правил комбінування оцінок оцінити кожен варіант шляху таким чином, що вони стануть практично порівнянними для особи, яка приймає рішення (ОПР). Отже, можна знайти оптимальні рішення й одночасно проранжувати різні варіанти дій.

Для оцінки використовують імовірності, коефіцієнти впевненості або шанси. Комбінування оцінок ведуть за допомогою правил отримання логічного висновку в умовах неповної визначеності.

Розглянемо приклад, коли для оцінки використовують імовірності. У цьому випадку для їхнього комбінування використовують підхід Байєса. Відповідно до нього ступінь невизначеності кожної події оцінюється імовірністю (0-1). Вихідними даними для застосування методу Байєса служать не тільки імовірності, але і коефіцієнти впевненості, а також шанси, на підставі яких обчислюють Імовірності.

Метод Байєса дозволяє визначати відносну правдоподібність висновків залежно від наявності або відсутності підтверджуючих або заперечуючих свідчень. Він заснований на теоремі Байєса:

$$P(H/E) = \frac{P(E/H) \cdot P(H)}{P(E)} = \frac{P(E/H) \cdot P(H)}{P(E/H) \cdot P(H) + P(E/\text{не}H) \cdot [1 - P(H)]},$$

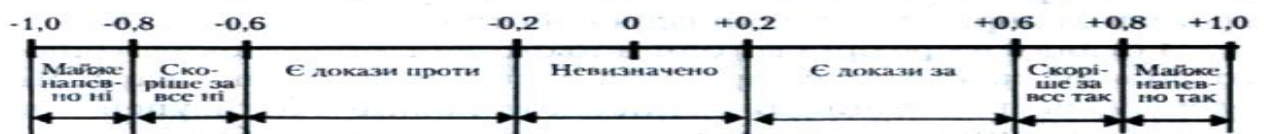
де $P(H/E)$ - апостеріорна ймовірність висновку H при наявності свідчення E (тобто імовірність висновку H за умови, що відомо факт існування E); $P(H)$ - апіорна ймовірність висновку H при відсутності будь-яких свідчень; $P(E)$ - імовірність свідчення E ; $P(E/H)$ - імовірність того, що

свідчення E має місце, якщо вірний висновок H; $P(E/\text{не}H)$ - імовірність того, що свідчення E має місце, якщо висновок H помилковий.

Згідно з даною теоремою, одержання нових незалежних свідчень дозволяє збільшити або зменшити ймовірність висновку. При цьому урахування свідчення з номером N+1 проводиться на базі ймовірності, обчисленої з урахуванням N попередніх свідчень.

2. Використання дерева рішень для багатофакторної оцінки ризику в умовах їх різноспрямованого впливу.

Розглянемо випадок, коли для оцінки ризику використовують коефіцієнти впевненості - числа, що відображають ступінь впевненості в істинності або хибності висновку про наявність ризику (про вплив конкретних факторів ризику на його величину). Шкала значень коефіцієнтів упевненості наведена на рис. 2.1.



Як впливає з рис. 2.1 коефіцієнти впевненості приймають значення від -1 до +1. При ступені впевненості +1 вважається, що подія обов'язково відбудеться, а при -1 - напевно, ні. Ліва частина шкали на рис. 2.6 призначена для оцінки хибності факту настання подій, а права - для оцінки істинності. Коефіцієнт упевненості - це комбінація двох оцінок:

$$K = I - X,$$

де I - оцінка істинності факту настання події (від 0 до +1), X - оцінка хибності (від 0 до -1).

Комбінування оцінок незалежних свідчень про наявність або відсутність ризику (оцінок ступеня впливу факторів ризику на його величину) виконують згідно з наступними правилами:

$$K_0 = K_1 + K_2 \cdot (1 - K_1), \text{ якщо } K_1 > 0 \text{ і } K_2 > 0;$$

$$K_0 = -[|K_1| + |K_2| \cdot (1 - |K_1|)], \text{ якщо } K_1 < 0 \text{ і } K_2 < 0;$$

$$K_0 = \frac{K_1 + K_2}{1 - \min(|K_1|, |K_2|)}, \text{ якщо } K_1 \text{ і } K_2 \text{ мають різні знаки.}$$

При комбінації свідчень з коефіцієнтами +1 і -1 вважається, що $K_0 = +1$.

Тема 3. Система кількісних оцінок економічного ризику

1. Загальні підходи до кількісного оцінювання ступеня ризику

У кожній ситуації, пов'язаній з ризиком, постають запитання: що означає виправданий (допустимий) ризик? Де проходить межа, яка відділяє допустимий ризик від нерозумного? А тому якісний аналіз ризику є необхідним, але не достатнім етапом. Важливо виявити його ступінь, причому необхідно оцінити ймовірність того, що певна (несприятлива) подія має шанси відбутися, а тоді з'ясувати, як це вплине на ситуацію (рішення).

Важливою проблемою є розробка методик кількісної оцінки ступеня ризику в різних сферах економічної діяльності, розвиток відповідного механізму відстеження (моніторингу), контролю економічного ризику та управління ним на засадах системного аналізу.

Чим досконалішими є методи визначення кількісної оцінки ризику, тим меншим стає чинник невизначеності.

При досить високому ступені ризику в альтернативних стратегіях менеджери іноді приймають варіант рішення (стратегію) з дещо меншою ефективністю або чистою приведеною вартістю (ЧПВ), але з більшими шансами на своєчасну й успішну (надійну) реалізацію прийнятого варіанта (стратегії).

Ризик вважається малим, якщо: 1) мало ймовірно, що відбудуться несприятливі наслідки; 2) ймовірність збитків велика, а за величиною збитки малі.

Важливою проблемою є розробка методик кількісної оцінки ступеня ризику в різних сферах економічної діяльності, удосконалення відповідного механізму відстежування (моніторингу), контролювання економічного ризику та керування ним на засадах системного аналізу.

Виходячи зі змістовного означення економічного ризику, його ієрархічності, множинності чинників, можна стверджувати про принципову неможливість вичерпного вимірювання ризику за окремою його емпіричною

властивістю. Зазначимо, що окремі показники ступеня ризику обчислюють у відносних або абсолютних величинах. Велике значення для оцінки ступеня ризику має вибір економічних показників, за варіацією, мінливістю, швидкістю змін яких здійснюють судження щодо міри ризику. Необхідно, щоб ці показники відображали економічну сутність результатів оцінювання, управління, рішення та щоб вони були адекватними щодо обраних цілей та прийнятої системи гіпотез.

Необхідно наголосити, що міра ризику повинна відображати ступінь відхилення від цілей, бажаного (очікуваного) результату, міру невдачі (збитків) з урахуванням впливу керованих (контрольованих) і некерованих (неконтрольованих) чинників, прямих і зворотних зв'язків, враховувати різні грані цього феномену економічного буття.

Отже, можна вважати, що кількісна міра ризику є вектором, компоненти якого відображають різні грані ризику і формуються залежно від цілей дослідження, прийнятої системи гіпотез, наявної інформації, ставлення суб'єкта ризику до невизначеності, конфліктності.

2. Ймовірність як один з підходів до оцінки ризику

Часто, зокрема в страхуванні, величину (ступінь) ризику визначають як ймовірність настання небажаних наслідків. У цьому випадку

$$W = p_n,$$

де p_n – ймовірність настання небажаних наслідків, W — величина ризику.

При аналізі збитків, кожній із запропонованих зон ризику треба поставити у відповідність кількісні показники, критерії ризику. В прикладних проблемах економічного ризику для оцінки його величини широке використання має ймовірність перевищення заданого рівня збитків. Ця ймовірність обчислюється за формулою:

$$W(x) = P(X \geq x) = 1 - P(X < x) = 1 - F(x).$$

Типовий графік кривої розподілу ймовірностей перевищення певного рівня випадкових збитків зображено на рис. 3.1 (крива $W(x)$).

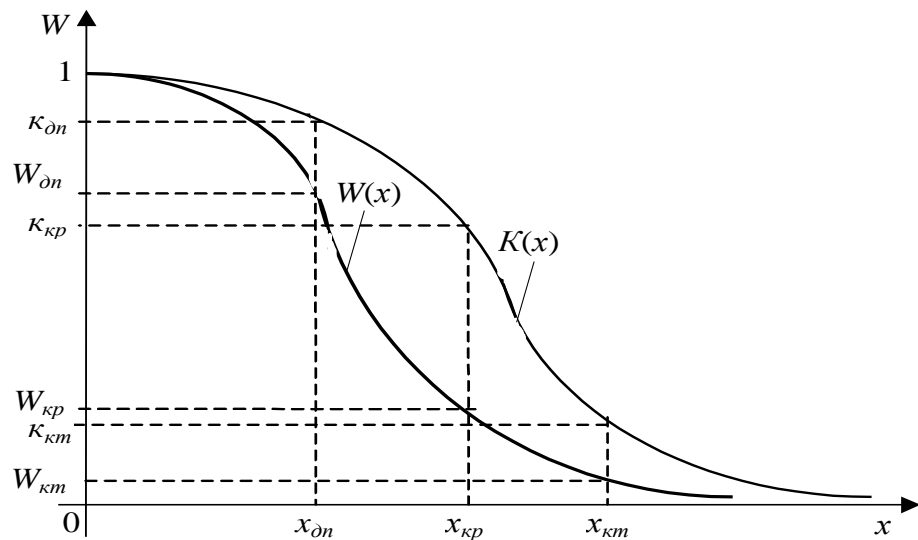


Рис 3.1. Порівняння очікуваної ймовірності перевищення випадкових збитків з гранично допустимою

Виділяють три такі найважливіші базові показники ризику.

Показник допустимого ризику:

$$W_{\delta п} = W(x_{\delta п}) = P(X \geq x_{\delta п})$$

— це ймовірність того, що збитки виявляться більшими, ніж їх гранично допустимий рівень $x_{\delta п}$.

Показник критичного ризику:

$$W_{кр} = W(x_{кр}) = P(X \geq x_{кр}),$$

— це ймовірність того, що збитки виявляться більшими, ніж їх гранично допустимий критичний рівень $x_{кр}$.

Показник катастрофічного ризику:

$$W_{кт} = W(x_{кт}) = P(X \geq x_{кт}),$$

— це ймовірність того, що збитки виявляться більшими, ніж їх гранично допустимий катастрофічний рівень $x_{кт}$.

Знання цих показників дає змогу виробити міркування щодо можливості прийняти рішення відносно здійснення певної підприємницької діяльності. Але для остаточного прийняття рішення інформації про значення названих показників недостатньо — необхідно ще задати (встановити, прийняти) їх граничні величини, щоб не потрапити в зону неприйняттого ризику. Такі величини називають критеріями відповідно допустимого, критичного та катастрофічного ризику — $\kappa_{\text{дн}}$, $\kappa_{\text{кр}}$, $\kappa_{\text{кт}}$.

Маючи значення трьох показників ризику та критеріїв граничного ризику, одержуємо такі найзагальніші умови прийнятності рівня ризику в досліджуваному виді підприємництва:

$$W(x_{\text{дн}}) \leq \kappa_{\text{дн}};$$

$$W(x_{\text{кр}}) \leq \kappa_{\text{кр}};$$

$$W(x_{\text{кт}}) \leq \kappa_{\text{кт}}.$$

Графічне пояснення основних умов прийнятності ризику приводиться на рис. 3.1 (крива $K(x)$).

Приклад 3.1. При здійсненні багаторазових інвестицій в певну підприємницьку діяльність обчислюється величина збитків у вигляді відсотка величини реальних збитків по відношенню до розрахункової суми виручки. Було встановлено, що обчислена таким чином величина збитків підпорядкована нормальному закону розподілу з параметрами $m = 20\%$ (математичне сподівання) та $\sigma = 4\%$ (середньоквадратичне відхилення).

Фірма-інвестор встановила для себе такі критерії ризику: $\kappa_{\text{дн}} = 20\%$; $\kappa_{\text{кр}} = 5\%$; $\kappa_{\text{кт}} = 0,1\%$.

Як бути інвестору, якщо керівництво фірми, яке хоче отримати інвестиції, вважає реальними такі показники ризику: $x_{\text{дн}} = 24\%$; $x_{\text{кр}} = 28\%$; $x_{\text{кт}} = 32\%$?

Розв'язання. Оскільки у випадку нормального розподілу випадкової величини X інтегральна функція розподілу $F(x) = 0,5 + \Phi\left(\frac{x-m}{\sigma}\right)$, де $\Phi(t)$ — функція Лапласа, то

$$\begin{aligned} W_{\text{дн}} &= P(X > x_{\text{дн}}) = 1 - P(X < x_{\text{дн}}) = 1 - F(x_{\text{дн}}) = \\ &= 1 - 0,5 - \left(\Phi\left(\frac{x_{\text{дн}} - m}{\sigma}\right)\right) = 0,5 - \Phi\left(\frac{24 - 20}{4}\right) = 0,5 - \Phi(1) = 0,5 - 0,3413 = 0,1587, \end{aligned}$$

тобто $W_{\text{дн}} = 0,1587 < 0,2 = \kappa_{\text{дн}}$.

Аналогічно знаходимо:

$$W_{\text{кр}} = P(X > x_{\text{кр}}) = 0,5 - \Phi(2) = 0,5 - 0,4772 = 0,0228,$$

тобто $W_{\text{кр}} = 0,0228 < 0,05 = \kappa_{\text{кр}}$;

$$W_{\text{кт}} = P(X > x_{\text{кт}}) = 0,5 - \Phi(3) = 0,5 - 0,49865 = 0,00135,$$

тобто $W_{кт} = 0,00135 > 0,001 = \kappa_{кт}$.

Оскільки $W_{кт} > \kappa_{кт}$, і враховуючи, що інвестори — люди дуже обережні, робимо висновок, що фірмі-прохачу інвестицію не дадуть.

3 Інгрeдiєнт економiчного показника

Вважають, що економiчний показник X (або його характеристика) має позитивний iнгрeдiєнт, якщо при прийнятті рiшення орієнтуються на його максимальне значення. Для цих випадків записують, що $X = X^+$.

Якщо ж під час прийняття рiшень орієнтуються на мінімальне значення економiчного показника, то вважають, що він має негативний iнгрeдiєнт. У цій ситуації пишуть, що $X = X^-$.

При побудові відносних оцінок ризику застосовуються такі правила (особливості) визначення iнгрeдiєнта оцінки.

Якщо розглядається оцінка виду $\frac{[-]}{[+]}$ (цей запис означає, що розглядається відносна оцінка, чисельник якої має позитивний, а знаменник – негативний iнгрeдiєнт), то, враховуючи правила зміни iнгрeдiєнта, ($\frac{[1]}{[+]} = [-]$;

$\frac{[1]}{[-]} = [+]$, тобто при діленні на певну характеристику її iнгрeдiєнт змінюється на протилежний), слід пам'ятати, що

$$\frac{[-]}{[+]} = [-] \cdot \frac{[1]}{[+]} = [-] \cdot [-] = [-].$$

Розглянемо цю ситуацію на прикладі коефіцієнта варіації:

$$\frac{\sigma^-}{M^+} = \sigma^- \cdot \left(\frac{1}{M^+}\right)^- = CV^-.$$

Отже, добуток двох характеристик з негативними iнгрeдiєнтами утворює нову характеристику, що також має негативний iнгрeдiєнт.

При побудові оцінки виду $\frac{[+]}{[-]}$, маємо:

$$\frac{[+]}{[-]} = [+] \cdot \frac{[1]}{[-]} = [+] \cdot [+] = [+],$$

тобто добуток двох характеристик з позитивними інгредієнтами породжує нову характеристику, що також має позитивний інгредієнт.

Наприклад,

$$\frac{M^+}{\sigma^-} = \frac{1}{CV^-} = K^+.$$

Більш складною є ситуація $\frac{[+]}{[+]}$. Дослідимо її. З одного боку:

$$\frac{[+]}{[+]} = [+] \cdot \frac{1}{[+]} = [+] \cdot [-],$$

з іншого:

$$\frac{[+]}{[+]} = \frac{1}{[+] \cdot \frac{1}{[+]}} = \frac{1}{[+] \cdot [-]}.$$

Оскільки характеристики $([+] \cdot [-])$ та $\frac{[1]}{[+]}$ мають протилежні інгредієнти, то отримане протиріччя вказує на невизначеність інгредієнта результуючої оцінки. А тому безпосереднє використання оцінок такого виду може призвести до неправильного результату при прийнятті рішень. Вихід з такої ситуації можна знайти лише при накладанні певних додаткових умов на характеристики, що є базовими при утворенні відносної оцінки.

При побудові оцінок виду $\frac{[-]}{[-]}$ отримуємо:

$$\frac{[-]}{[-]} = [-] \cdot \frac{1}{[-]} = [-] \cdot [+]; \quad \frac{[-]}{[-]} = \frac{1}{[-] \cdot \frac{1}{[-]}} = \frac{1}{[-] \cdot [+]},$$

тобто щодо інгредієнта відносних оцінок такого виду знову маємо невизначеність, а тому їх використання може призвести до суперечливого результату.

4. Ризик в абсолютному вираженні

Кількісна оцінка ступеня ризику має абсолютне вираження, якщо вона вимірюється в тих самих одиницях, що й економічний показник, на підставі якого вона була розрахована (наприклад, у грошових одиницях). В абсолютному вираженні оцінка ступеня ризику може визначатися сподіваною величиною можливих збитків, якщо збитки можна виміряти. Як оцінку ступеня ризику використовують також оцінки мінливості результату.

На практиці часто обмежуються спрощеними підходами: оцінюючи ризик, спираються на один чи кілька головних показників (критеріїв), параметрів, які є найважливішими узагальненими характеристиками у даній конкретній ситуації. Якщо такою узагальненою характеристикою виступає величина небажаних наслідків (збитки, не передбачувані платежі тощо), то в абсолютному вираженні **ступінь ризику невдачі** (очікуваної невдачі в процесі досягнення мети) може визначатися як добуток ймовірності невдачі (небажаних наслідків) та величини цих небажаних наслідків, які мають місце в даному випадку:

$$W = p_n x_n,$$

де x_n – величина (обсяг) цих наслідків, p_n – імовірність небажаних наслідків.

Приклад 3.2. Надаючи банківський кредит комерційній фірмі, вважають, що збитки можливі в 20% випадків. Величина збитків може становити 20 тис.грн. Визначити величину ризику.

Розв'язання. Оскільки $x_n = 20000$ (гривень), $p_n = 0,2$, то величина ризику становить $W = W^- = p_n x_n = 20000 \cdot 0,2 = 4000$ (гривень).

Ризик як величина очікуваної невдачі. Безсумнівний інтерес становить така оцінка ризику невдачі, яка ґрунтується на всьому спектрі можливих результатів (збитків, платежів тощо). Якщо ж відомі всі можливі наслідки окремої події та ймовірності їх настання, то для оцінки міри (ступеня) ризику використовується величина очікуваної невдачі (сподіване значення, математичне сподівання), пов'язана з невизначеністю, тобто середньозважена величина цих можливих результатів, де ймовірність

кожного з них використовується як частота або питома вага відповідного значення. У випадку, коли всі можливі наслідки події описуються дискретною випадковою величиною

$$X = X^- = \{x_1; x_2; \dots; x_n\},$$

а розподіл ймовірностей їх настання $P = \{p_1; p_2; \dots; p_n\}; \sum_{j=1}^n p_j = 1$, величина ризику очікуваної невдачі:

$$W = M(X^-) = \sum_{j=1}^n p_j x_j .$$

Якщо ж несприятливі наслідки події описуються неперервною випадковою величиною $X^- \in (-\infty; +\infty)$, то

$$W = M(X^-) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx ,$$

де $f(x)$ — щільність розподілу ймовірності.

Приклад 3.3. Надаючи банківський кредит комерційній фірмі, здійснюють прогноз можливих значень збитків та відповідних значень ймовірності. Числові дані подано в табл.3.1.

Таблиця 3.1

Оцінка можливого результату	Прогнозовані збитки, тис. гривень	Значення ймовірності
Песимістична	30	0,2
Стримана	6	0,5
Оптимістична	- 40	0,3

Визначити сподівану величину ризику, тобто збитків.

Розв'язання. Випадкова величина X , що характеризує можливі збитки, $X^- = \{30; 6; - 40\}$. Тоді величина ризику (сподіваних збитків):

$$W = W^- = \sum_{j=1}^3 p_j x_j = 0,2 \cdot 30 + 0,5 \cdot 6 + 0,3 \cdot (-40) = -3,$$

тобто комерційній фірмі можна надати кредит, оскільки величина сподіваних збитків становить $W = - 3$, що вказує на можливість прибутку.

Висновок. Сподіване значення є центром групування реалізацій випадкової величини X , а тому його можна розглядати як результат (ризик), який ми очікуємо в середньому.

Ризик як модальне значення міри невдачі. У випадку, коли адекватним вимірником можливих обсягів невдачі є величина X з асиметричним розподілом ймовірностей, як оцінку ступеня ризику можна використовувати модальне значення – $Mo(X)$ – цієї випадкової величини:

$$W = Mo(X).$$

Як відомо, що модою дискретної випадкової величини є найімовірніше значення цієї випадкової величини. Для неперервної випадкової величини мода – це точка максимуму функції щільності розподілу ймовірності значень цієї випадкової величини.

Якщо повернутись до прикладу 3.3, то з урахуванням того, що $\max \{0.2; 0.5; 0.3\} = 0.5 = P(X = 6)$,

одержимо, що

$$W = Mo(X) = 6 \text{ (тис. гривень)}$$

(тобто оцінка ступеня ризику визначається обсягами збитків, які відповідають стриманій оцінці можливого результату).

Ризик як міра мінливості результату. За величини ризику в абсолютному вираженні часто використовується міра розсіювання значень економічного показника відносно центра групування цих значень.

Для абсолютного вираження оцінки ступеня ризику в процесі обґрунтування прийняття економічних рішень широко використовується дисперсійний підхід.

Дисперсія (варіація $V(X)$) випадкової величини X – це зважена щодо ймовірності величина квадратів відхилення випадкової величини X від її математичного сподівання $M(X)$. Дисперсія характеризує міру розсіювання випадкової величини X навколо (центра групування) $M(X)$ і обчислюється за формулою:

$$V(X) = M(X - M(X))^2 = M(X^2) - (M(X))^2.$$

Для дискретної випадкової величини

$$V(X) = \sum_{j=1}^n p_j (x_j - M(X))^2 = \sum_{j=1}^n p_j x_j^2 - (M(X))^2.$$

Середньоквадратичним (стандартним) відхиленням випадкової величини X називають величину

$$\sigma(X) = \sqrt{V(X)}.$$

Підхід до оцінки ризику, що ґрунтується на варіації чи середньоквадратичному відхиленні, вважається класичним. Причому, чим більшими будуть ці величини, тим більшим буде ступінь ризику, пов'язаного з певною стратегією. Тобто як оцінку ступеня ризику можна розглядати величину

$$W = V(X) \text{ або } W = \sigma(X).$$

Зауважимо, що даний підхід до оцінки ступеня ризику використовується коли $X = X^\pm$.

Приклад 3.4. Розглядаються два проекти А та В щодо інвестування. Відомі оцінки прогнозованих значень доходу від кожного з цих проектів та відповідні значення ймовірностей. Цифрові дані наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2.

Оцінка можливого результату	Прогнозований прибуток (тис. гривень)		Значення Ймовірності	
	A	B	A	B
Песимістична	100	51	0,5	0,01
Оптимістична	200	151	0,5	0,99

Необхідно оцінити міру ризику кожного з цих проектів і обрати один з них (той, що забезпечує меншу величину ризику) для інвестування.

Розв'язання. Нехай $X_A = \{100; 200\}$, $X_B = \{51; 151\}$ відповідно випадкові величини, що відображають можливі прибутки від реалізації проектів.

Знайдемо величини сподіваних прибутків:

$$M(X_A) = 0,5 \cdot 100 + 0,5 \cdot 200 = 150 \text{ (тис.гр.)},$$

$$M(X_B) = 0,01 \cdot 51 + 0,99 \cdot 151 = 150 \text{ (тис.грн.)},$$

тобто обидва проекти мають однаковий прогнозований сподіваний прибуток.

Для оцінювання ступеня ризику проекту використаємо міру розсіювання (варіацію) можливих результатів інвестування навколо сподіваного прибутку. Маємо:

$$W_A^- = V(X_A) = 0,5 \cdot (200 - 150)^2 + 0,5 \cdot (100 - 150)^2 = 2500,$$

$$W_B^- = V(X_B) = 0,99 \cdot (151 - 150)^2 + 0,01 \cdot (51 - 150)^2 = 99.$$

Оскільки $W_B^- < W_A^-$, то проект В є менш ризикованим порівняно з проектом А, і йому потрібно віддати перевагу.

Аналогічний результат ми отримаємо, якщо за оцінку ступеня ризику візьмемо середньоквадратичне відхилення:

$$W_A^- = \sigma(X_A) = \sqrt{2500} = 50;$$

$$W_B^- = \sigma(X_B) = \sqrt{99} \approx 10,$$

тобто проект В є менш ризикованим.

Необхідно мати на увазі, що у разі класичного підходу до оцінювання ступеня ризику однаково трактуються як додатні, так і від'ємні відхилення величини реального ефекту від сподіваної величини, тобто виконується гіпотеза про те, що коливання випадкової величини X (прибутку, збитків тощо) в обидві сторони однаково небажані. Проте, часто це не так і цю гіпотезу доводиться відкидати.

Якщо випадкова величина $X = \{x_1; \dots; x_n\}$ відображає прибутки ($X = X^+$) і має місце від'ємне відхилення, тобто значення $x_i < M(X)$ (оцінка прибутку x_i є реалізацією випадкової величини X і є меншою від сподіваної величини прибутку), то це є ознакою несприятливої ситуації. В той же час додатне відхилення вказує на те, що реалізація випадкової величини (прибутку) є більшою, ніж сподівана величина, і це для менеджера (інвестора) є, очевидно, кращою тобто сприятливою ситуацією.

Підґрунтям одного із сучасних підходів до оцінювання ступеня ризику є гіпотеза, що ризик пов'язаний саме з несприятливими для підприємця (менеджера, інвестора) ефектами і для його оцінювання можна брати до уваги лише несприятливі відхилення від певного фіксованого порогового значення (наприклад, від'ємні відхилення від сподіваної норми прибутку при інвестуванні у цінні папери). Реалізацією цього підходу стало введення такої оцінки ступеня ризику як семіваріація, у якій як порогове значення використовується математичне сподівання випадкової величини. Цю оцінку для дискретної випадкової величини X можна подати формулою:

$$SV(X) = \sum_{j=1}^n \alpha_j p_j (x_j - M(X))^2,$$

де $M(X)$ – порогове значення випадкової величини (сподіване значення економічного показника), α_j – індикатор несприятливих відхилень, який визначають за формулою:

$$\alpha_j = \begin{cases} 0, & \text{у випадку сприятливого відхилення} \\ 1, & \text{у випадку несприятливого відхилення.} \end{cases}$$

Якщо ж, наприклад, $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ відображає можливі варіанти збитків ($X = X^-$, тобто має від'ємний інгредієнт), то

$$\alpha_j = \begin{cases} 0, & x_j \leq M(X^-) \\ 1, & x_j > M(X^-) \end{cases}, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Для неперервної випадкової величини X відповідно:

$$SV(X^+) = \int_{-\infty}^{M(X^+)} (x - M(X^+))^2 \varphi(x) dx;$$

$$SV(X^-) = \int_{M(X^-)}^{+\infty} (x - M(X^-))^2 \varphi(x) dx.$$

З практичного погляду зручніше (беручи до уваги вимірність величин) застосовувати так зване семіквадратичне відхилення, яке можна подати за формулою:

$$SSV(X) = \sqrt{SV(X)}.$$

Згідно із сказаним, чим більшою буде величина $SV(X)$ чи $SSV(X)$, тим більшим буде ступінь ризику (певного рішення чи проекту). Тобто як оцінки ступеня ризику можна розглядати величини

$$W = SV(X) \quad \text{або} \quad W = SSV(X).$$

Зауваження. За наявності статистичних ретроспективних даних сподівану норму прибутку, її варіацію та семіваріацію можна наближено оцінити відповідно за формулами:

$$M(X) \approx \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_t; \quad V(X) \approx \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (x_t - M(X))^2;$$

$$SV(X) = \sum_{t=1}^T \alpha_t (x_t - M(X))^2,$$

де x_t – реалізація випадкової величини X в момент t ($t = 1, 2, \dots, T$), T – глибина ретроспективи (кількість спостережень, власне – періодів, у які здійснювалися спостереження за випадковою величиною). Якщо ж кількість спостережень T недостатньо велика (вважають, що $T < 15$), для обчислення незміщених оцінок ступеня ризику слід скористатися формулами:

$$\tilde{V}(R) = \frac{T}{T-1} V(R) \approx \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (x_t - M(X))^2;$$

$$\tilde{S}\tilde{V}(R) = \frac{T}{T-1} SV(R) \approx \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T \alpha_t (x_t - M(X))^2.$$

Приклад 3.5. Результати спостережень за нормами прибутку портфелів цінних паперів А та В впродовж минулих п'яти періодів наведено в табл.3.3.

Таблиця 3.3.

Період	Норма прибутку (%)	
	R _A	R _B
1	5	3
2	3	5
3	2	6
4	3	5
5	7	1

Інвестор має можливість придбати лише один з цих портфелів. Потрібно оцінити ступінь ризику кожного з портфелів і придбати той, що менш ризикований (для інвестування).

Розв'язання. Нехай R_A – випадкова величина, що відображає можливі значення норми прибутку портфеля А, R_B – портфеля В. Тоді:

$$M(R_A) \approx 1/5 \cdot (5+3+2+3+7) = 4;$$

$$M(R_B) \approx 1/5 \cdot (3+5+6+5+1) = 4;$$

$$V(R_A) \approx 1/4 \cdot ((5-4)^2 + (3-4)^2 + (2-4)^2 + (3-4)^2 + (7-4)^2) = 4;$$

$$V(R_B) \approx 1/4 \cdot ((3-4)^2 + (5-4)^2 + (6-4)^2 + (5-4)^2 + (1-4)^2) = 4,$$

тобто на основі величин M(R_A), M(R_B), V(R_A) та V(R_B) ми не можемо надати перевагу ні портфелю А, ні портфелю В.

Обчислимо значення семіваріацій для цих портфелів. Оскільки для портфеля А α₁=0; α₂=1; α₃=1; α₄=1; α₅=0, то отримуємо:

$$W_A = \tilde{S}\tilde{V}(R_A) \approx \frac{1}{4}(0^2 + (-1)^2 + (-2)^2 + (-1)^2 + 0^2) = 1,5.$$

Для портфеля В: α₁=1; α₂=0; α₃=0; α₄=0; α₅=1. Тоді

$$W_B = \tilde{S}\tilde{V}(R_B) \approx \frac{1}{4}((-1)^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + (-3)^2) = 2,5.$$

Оскільки W_A<W_B, то, враховуючи менше значення оцінки ступеня ризику, для інвестора більш привабливий портфель А.

4. Ризик у відносному вираженні

У відносному вираженні оцінка ступеня ризику визначається як величина збитків, віднесена до деякої бази, за яку найзручніше приймати або майно підприємця, або загальні витрати ресурсів на даний вид підприємницької діяльності, або очікуваний прибуток від даного підприємництва.

Для підприємства за базу визначення ступеня ризику у відносному вираженні, як правило, беруть вартість основних фондів та оборотних засобів або плановані сумарні затрати на даний вид ризикованої діяльності, маючи на увазі як поточні затрати, так і капіталовкладення чи розрахунковий прибуток.

Під ризиком банкрутства розуміють, зокрема, співвідношення максимально можливого обсягу збитків до обсягу власних фінансових ресурсів інвестора.

У відносному вираженні ризик визначається іноді за допомогою такого коефіцієнта ризику:

$$W = \frac{x}{K}, \quad (3.1)$$

де W — коефіцієнт ризику, x — максимально можливий обсяг збитків (грош. од.), K — обсяг власних фінансових ресурсів з урахуванням точно відомих необхідних надходжень.

Відмітимо, що залежно від ситуації за базу у формулі (3.1) можуть слугувати також або майновий стан інвестора (підприємства), або загальні витрати, пов'язані з певним видом діяльності, або ж очікуваний дохід (ефективність) тощо.

Коли сподівані доходи проектів суттєво різняться між собою, то для порівняння їх ризикованості неадекватно використовувати оцінки ступеня ризику, задані в абсолютному вираженні, тоді для оцінки ризику використовується коефіцієнт варіації, тобто відношення середньоквадратичного відхилення економічного показника ефективності X з позитивним інгредієнтом до сподіваного значення цього показника ($M^+(X^+) = M(X^+)$).

У цьому разі можна скористатися такими показниками ризикованості, як коефіцієнт варіації (CV) та коефіцієнт семіваріації (CSV), які обчислюються відповідно за формулами:

$$CV(X^+) = \frac{\sigma^-(X^+)}{M(X^+)}; \quad CSV(X^+) = \frac{SSV^-(X^+)}{M(X^+)}. \quad (3.2)$$

У формулах (3.2) $M(X^+)$ — сподіване значення економічного показника, $\sigma^-(X^+)$ — його середньоквадратичне відхилення, $SSV^-(X^+)$ — його семіквадратичне відхилення.

У випадку, коли $m_A^+ > m_B^+$ та $\sigma_A^- > \sigma_B^-$ (чи $m_A^+ < m_B^+$ та $\sigma_A^- < \sigma_B^-$) і при цьому $CV_A^- = CV_B^-$, прийняте суб'єктом керування (менеджером, управлінською командою) рішення залежить від його ставлення до ризику (схильності чи несхильності). Якщо ж суб'єкт керування є нейтральним до ризику, то при наданні переваги тому чи іншому проекту слід скористатись коефіцієнтом семіваріації:

$$CSV(X^+) = \frac{SSV^-(X^+)}{M^+(X^+)}.$$

Цим коефіцієнтам можна надати таке економічне трактування: коефіцієнту варіації – це величина ризику відхилень, що припадають на одиницю сподіваного доходу, а коефіцієнт семіваріації – величину ризику несприятливих відхилень, що припадають на одиницю сподіваного доходу. А тому можна дійти висновку, що ці коефіцієнти мають від'ємний інгредієнт (чим менші їх значення для проекту, тим меншим ризиком у відносному вираженні він обтяжений).

Отже, коефіцієнт варіації та коефіцієнт семіваріації можна використовувати як оцінки ступеня ризику:

$$W = CV(X^+); \quad W = CSV(X^+).$$

Зауваження. Коефіцієнти варіації та семіваріації як оцінки ступеня ризику можуть використовуватися лише за умови, що економічний показник X , з позиції якого аналізуються проекти, має додатний інгредієнт ($X = X^+$ і це акцентується у формулах (7.3)) і при цьому його сподіване значення більше нуля ($M(X^+) > 0$).

Коефіцієнт варіації використовують у тому випадку, коли для двох альтернативних проектів А і В виявиться, що $m_A^+ > m_B^+$ та $\sigma_A^- > \sigma_B^-$ (чи $m_A^+ < m_B^+$ та $\sigma_A^- < \sigma_B^-$), де $m_A^+ = M(X_A^+)$; $\sigma_A^- = \sigma(X_A^+)$; $m_B^+ = M(X_B^+)$; $\sigma_B^- = \sigma(X_B^+)$. Перевага надається тому проекту, для якого коефіцієнт варіації набуває меншого значення.

Коефіцієнт семіваріації у низці випадків дає можливість, вникаючи у сутність проблеми, краще оцінити ступінь ризику. Це доцільно, зокрема, тоді, коли зовнішнє економічне середовище, чинники ризику, характерні для аналізованого об'єкта (проекту), відзначаються динамізмом.

Приклад 3.6. Результати спостережень за нормами прибутків портфельів цінних паперів А та В приведені в табл.3.4.

Таблиця 3.4.

П еріод	Норма прибутку (%)	
	R_A	R_B

1	5	3,6
2	3	6
3	2	7,2
4	3	6
5	7	1,2

Інвестор має можливість придбати лише один з цих портфелів цінних паперів. Який з портфелів слід придбати інвестору?

Розв'язання. Знайдемо числові значення параметрів, що характеризують ці портфелі цінних паперів:

$$A: M^+(R_A) = 4, \quad \sigma^-(R_A) = 2;$$

$$B: M^+(R_B) = 4,8, \quad \sigma^-(R_B) = 2,4.$$

З урахуванням того, що $M^+(R_A) < M^+(R_B)$, $\sigma^-(R_A) < \sigma^-(R_B)$, для вибору кращого портфеля (того, що обтяжений меншим ризиком) обчислимо для кожного з цих портфелів значення коефіцієнта варіації:

$$CV^-(R_A) = \frac{\sigma^-(R_A)}{M^+(R_A)} = \frac{2}{4} = 0,5; \quad CV^-(R_B) = \frac{\sigma^-(R_B)}{M^+(R_B)} = \frac{2,4}{4,8} = 0,5.$$

Оскільки $CV^-(R_A) = CV^-(R_B) = 0,5$, то відповідь щодо вибору оптимального портфеля, виходячи з коефіцієнта варіації, дати неможливо. А тому, як додатковим критерієм, скористаємося коефіцієнтом семіваріації:

$$SV^-(R_A) = 1,5; \quad SV^-(R_B) = 3,6;$$

$$CSV^-(R_A) = \frac{SSV^-(R_A)}{M^+(R_A)} = \frac{\sqrt{1,5}}{4} = 0,306;$$

$$CSV^-(R_B) = \frac{SSV^-(R_B)}{M^+(R_B)} = \frac{\sqrt{3,6}}{4,8} = 0,395.$$

Оскільки $CSV^-(R_A) < CSV^-(R_B)$, то інвестору є сенс надати перевагу портфелю А.

Використання нерівності Чебишева

Повертаючись до варіації (дисперсії) як міри ризику, треба зазначити, що дисперсія, звичайно, не повністю характеризує ступінь ризику, але дає змогу у деяких випадках чітко виявити граничні шанси менеджера (інвестора, підприємця).

Теоретична база цього закладена у відомій нерівності Чебишева: ймовірність того, що випадкова величина відхиляється за модулем від свого математичного сподівання більше, ніж на заданий допуск δ , не перевищує її дисперсії (варіації), поділеної на δ^2 .

Тут відразу треба зазначити, що варіація V деякої випадкової величини R має бути меншою, ніж δ^2 , оскільки величина ймовірності не перевищує одиниці:

$$p = V / \delta^2 \leq 1.$$

Що стосується випадкової величини X (ефективність, прибуток), то можна записати

$$P(|X - m| > \delta) \leq V / \delta^2 = \sigma^2 / \delta^2,$$

де m — математичне сподівання випадкової величини X .

Уникнення банкрутства при отриманні кредиту

Припустимо, що інвестиції здійснюються за рахунок кредиту, взятого під відсоток r_s та під заставу нерухомості. Яка ймовірність того, що інвестор не зможе повернути свій борг і позбудеться своєї нерухомості?

Це ймовірність того, що випадкова величина R набуде свого значення, яке відповідає умові

$$R < r_s,$$

або

$$-(R - m) > m - r_s.$$

Отже, одержимо:

$$\begin{aligned} P(R < r_s) &= P(-(R - m) > m - r_s) \leq P(|R - m| > m - r_s) \leq \\ &\leq (V / (m - r_s))^2. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Звідси маємо, що шанс збанкрутувати не перевищує величини $V / (m - r_s)^2$. Звичайно при цьому мають на увазі, що обов'язково виконується умова раціональності такого вкладу «під кредит», тобто, що $m > r_s$ а оцінка (3.3) має сенс лише тоді, коли варіація (дисперсія) не дуже велика, тобто, коли виконується умова

$$V \leq (m - r_s)^2.$$

Коли задані умови (гіпотези) виконуються, то для того щоб шанс збанкрутувати був не більшим, ніж $1/9$, достатньо виконати умову (правило трьох сигм)

$$V \leq 1/9(m - r_s)^2, \text{ або } m \geq r_s + 3\sigma.$$

Слід зазначити, що тут, як один з параметрів ризику у системі кількісних оцінок ризику, виступає ймовірність несприятливої події

$$p_n = \sigma^2 / \delta^2$$

поряд з таким параметром ризику, як дисперсія (варіація). У даному випадку $p_n \leq 1/9$. Звичайно, можна сперечатися, чи задовольняє ця величина менеджера (суб'єкта прийняття рішення), чи ні. У ряді випадків величину p_n необхідно брати досить малою, інколи для забезпечення «допустимого» ризику покладають $p_n = 0,001$.

Приклад 3.7. Підприємство бере кредит під 10% річних для впровадження нових технологій. При цьому експерти оцінюють, що ризик, пов'язаний з коливанням сподіваних прибутків, становить 5%. Необхідно з імовірністю 1/9 оцінити рівень сподіваних прибутків, щоб уникнути банкрутства.

Розв'язання. Маємо, що $r_s = 10\%$, $\sigma = 5\%$. Skorиставшись правилом трьох сигм, одержимо

$$m \geq 10\% + 3 \cdot 5\% = 25\%,$$

тобто рівень (норма) сподіваних прибутків повинен бути не меншим, ніж 25%.

Уникнення банкрутства при наданні кредиту

Розглянемо ще одну ситуацію, коли інвестор вкладає в звичайні акції лише частину власного капіталу, залишаючи певну частку на збереження під майже безризиковий відсоток r_0 (державні короткотермінові цінні папери). Яка буде при цьому величина ймовірності банкрутства?

Якщо A — обсяг наявного капіталу, а x_0A — частка, що залишається на збереження (вкладається в безризикові цінні папери), то банкрутство стає можливим лише тоді, коли

$$x_0A(1 + r_0) + (1 - x_0)A(1 + R) < 0,$$

або

$$R < -(1 + x_0r_0) / (1 - x_0).$$

Тобто в цьому випадку замість величини r_s , яка фігурувала в попередньому випадку, маємо величину $-(1 + x_0r_0) / (1 - x_0)$.

Оцінка за Чебишевим дає ризик банкрутства, що буде меншим, ніж 1/9, тоді, коли

$$\frac{\sigma}{m + \frac{1 + x_0r_0}{1 - x_0}} < \frac{1}{3},$$

або

$$m > -\frac{1 + x_0r_0}{1 - x_0} + 3\sigma. \quad (3.4)$$

Бачимо, що гра на біржі на власний капітал значно безпечніша. Навіть якщо вкласти його лише у ризиковані цінні папери, тобто, коли $x_0 = 0$, то достатнім є виконання умови

$$m > -1 + 3\sigma, \quad (3.5)$$

якщо інвестора задовольняє даний рівень надійності (ризик банкрутства $p_n < 1/9$).

Приклад 3.8. Капітал інвестора становить 100 тис. грн. У безризикові цінні папери він вкладає 25 тис. грн. при річній нормі прибутку 30%. Решту грошей, тобто 75 тис. грн., він збирається вкласти у папери, обтяжені ризиком. Середньоквадратичне відхилення (ризик) цих цінних паперів дорівнює 10%. Інвестор прагне, щоб шанс банкрутства був би для нього не більшим, ніж 1/9.

Яка повинна бути сподівана норма прибутку обтяжених ризиком цінних паперів?

Розв'язання. Маємо, що $r_0 = 30\%$, $x_0 = 25/100 = 0,25$, $\sigma = 10\%$. Використавши формулу (3.2), одержимо:

$$m > -((1 + 0,25 \cdot 0,3)/(1 - 0,25)) + 3 \cdot 0,1 = -1,133.$$

Тобто сподівана норма доходу цінних паперів, обтяжених ризиком, повинна бути не меншою, ніж $-113,3\%$.

Приклад 3.9. При виготовленні на експорт набору певних товарів прагнуть, щоб ризик банкрутства був не більшим, ніж 1/9. У справу вкладають власний капітал обсягом 2 млн грн. Сподіваний (середній) рівень рентабельності дорівнює 10%.

Обчислити, яким має бути значення середньоквадратичного відхилення рівня рентабельності від сподіваної величини.

Розв'язання. Маємо, що $x_0 = 0$, $m = 10\%$. З формули (3.3) одержимо, що $\sigma \leq (m + 1)/3$, тобто $\sigma \leq (0,1 + 1)/3 = 0,367$.

Отже, ризик (середньоквадратичне відхилення) повинен бути не вищим, ніж 36,7%.

Визначення меж зон допустимого, критичного та катастрофічного ризиків

Якщо в результаті певного виду підприємницької діяльності здійснена оцінка величин $m = M(X)$ та $\sigma^2 = \sigma^2(X)$, а також встановлені для даної фірми величини критеріїв допустимого, критичного та катастрофічного ризиків $k_{дп}$, $k_{кр}$, $k_{кт}$, то границі значень можна оцінити таким чином. Нехай $m = \lambda_m \sigma$; $x_{дп} = \lambda_{дп} \sigma$; $x_{дп} > m$ (випадок $x_{дп} < m$ характеризує ситуацію, що є несприятливою щодо підприємницької діяльності, оскільки верхня межа зони допустимих збитків є меншою від величини сподіваних збитків). Тоді

$$\begin{aligned} W_{дп} &= P(X \geq x_{дп}) = P(X - m \geq x_{дп} - m) \leq P(|X - m| \geq |x_{дп} - m|) \leq \\ &\leq \frac{\sigma^2}{\sigma^2 (\lambda_{дп} - \lambda_m)^2} = \frac{1}{(\lambda_{дп} - \lambda_m)^2} \leq k_{дп}, \end{aligned}$$

$$\text{тобто } \lambda_{дп} \geq \lambda_m + \frac{1}{\sqrt{k_{дп}}} \text{ або ж } \lambda_{дп} < \lambda_m - \frac{1}{\sqrt{k_{дп}}}.$$

Враховуючи, що $x_{\text{дп}} > m$, приходимо до оцінки:

$$x_{\text{он}} \geq m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{он}}}}.$$

Поклавши $x_{\text{кр}} = \lambda_{\text{кр}}\sigma$ та $x_{\text{кт}} = \lambda_{\text{кт}}\sigma$, аналогічно приходимо до оцінок:

$$\lambda_{\text{кр}} \geq \lambda_m + \frac{1}{\sqrt{k_{\text{кр}}}} \Rightarrow x_{\text{кр}} \geq m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{кр}}}};$$

$$\lambda_{\text{кт}} \geq \lambda_m + \frac{1}{\sqrt{k_{\text{кт}}}} \Rightarrow x_{\text{кт}} \geq m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{кт}}}}.$$

Отже, мінімальні значення порогових значень можливих збитків, що задовольняють поставленим вимогам, будуть:

$$x_{\text{он}} = m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{он}}}}; \quad x_{\text{кр}} = m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{кр}}}}; \quad x_{\text{кт}} = m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{кт}}}}.$$

Приклад 3.10. Виходячи з умови прикладу 3.3, тобто вважаючи, що $k_{\text{дп}}=0,2$, $k_{\text{кр}}=0,02$, $k_{\text{кт}}=0,002$, а також поклавши $M(X)=27,660$ та $\sigma(X)=26,189$, оцінити теоретичні значення границь зон допустимих, критичних та катастрофічних відносних збитків.

Розв'язання. Виходячи з виведених вище формул, отримуємо:

$$x_{\text{он}}^* = m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{он}}}} = 27,660 + \frac{26,186}{\sqrt{0,2}} = 86,142 \approx 3,3\sigma;$$

$$x_{\text{кр}}^* = m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{кр}}}} = 27,660 + \frac{26,186}{\sqrt{0,02}} = 212,823 \approx 8,1\sigma;$$

$$x_{\text{кт}}^* = m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{кт}}}} = 27,660 + \frac{26,186}{\sqrt{0,002}} = 613,197 \approx 23,4\sigma.$$

Як ми бачимо, отримані вище значення $x_{\text{дп}}$ та $x_{\text{кр}}$ за однакових умов в 2 рази з надлишком більші від відповідних границь, отриманих у прикладі 3.3, за значення $x_{\text{кт}}$ — в три рази. Така відмінність результатів пояснюється тим, що при виведенні формул для оцінок $x_{\text{дп}}$, $x_{\text{кр}}$ та $x_{\text{кт}}$ використовувалась нерівність (наприклад, для $x_{\text{дп}}$) $|X - m| \geq |x_{\text{дп}} - m|$, яка на відміну від результатів, отриманих раніше (пункт 3.4), враховує як оцінку $X \geq x_{\text{он}} \geq m + \sigma/\sqrt{k_{\text{он}}}$, так і оцінку $X \leq x_{\text{он}} \leq m + \sigma/\sqrt{k_{\text{он}}}$, тобто має місце таке співвідношення:

$$P(|X - m| \geq |x_{\text{он}} - m|) = P\left(X \leq m - \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{он}}}}\right) + P\left(X \geq m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{он}}}}\right) \leq \frac{1}{(\lambda_{\text{он}} - \lambda_m)^2} \leq k_{\text{он}}.$$

Якщо ж є підстави вважати, що $P\left(X \leq m - \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{он}}}}\right) \leq P\left(X \geq m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{он}}}}\right)$ (наприклад, коли

$Mo(X) \approx M(X)$, тобто функція щільності розподілу є симетричною відносно прямої $x = m$), то приходимо до оцінки:

$$P\left(X \geq m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{он}}}}\right) \leq \frac{1}{2(\lambda_{\text{он}} - \lambda_m)^2} \leq k_{\text{он}},$$

$$\text{тобто } x_{\text{он}}^* = m + \frac{\sigma}{\sqrt{2k_{\text{он}}}} = 27,660 + \frac{26,186}{\sqrt{0,4}} = 69,061.$$

Аналогічно отримуємо, що

$$x_{kp}^* = m + \frac{\sigma}{\sqrt{2k_{kp}}} = 27,660 + \frac{26,186}{\sqrt{0,04}} = 158,590,$$
$$x_{km}^* = m + \frac{\sigma}{\sqrt{2k_{km}}} = 27,660 + \frac{26,186}{\sqrt{0,004}} = 441,668.$$

Відмінність останніх результатів від тих, що отримані в прикладі 3.3, на даному етапі пояснюється вже тим, що нерівність Чебишева не враховує властивостей функції щільності розподілу ймовірності.

Оцінка ризику ліквідності

Потреба в оцінці ризику ліквідності виникає під час змін стратегії й тактики інвестиційної діяльності, і оскільки на підприємстві такі зміни відбуваються постійно, то і контроль за зміною цього ризику повинен здійснюватись постійно.

Ризик ліквідності – це специфічна форма ризику, яка визначається, як ймовірність того, що підприємство не здатне буде виконувати свої фінансові зобов'язання. Він може бути викликаний як низькою віддачею об'єктів інвестування підприємства так і великим періодом інвестиційного процесу.

Для оцінки ризику ліквідності використовують два критерії:

- час трансформації інвестицій у грошові кошти;
- обсяг фінансових втрат інвестора, що пов'язаний з такою трансформацією.

За часом трансформації інвестицій у грошові засоби всі об'єкти інвестування можна поділити на:

- терміноволіквідні з незначним ризиком (час трансформації до 7 днів);
- високоліквідні інвестиції з низьким ризиком (час трансформації від 7 до 30 днів);
- середньоліквідні із середнім ризиком (час трансформації від 1 до 3 місяців);
- малоліквідні об'єкти з високим ризиком (час трансформації більше 3 місяців).

Виходячи з цього для оцінки ризику ліквідності інвестиційного портфелю підприємства за критерієм часу розраховують такі показники:

1). Частка терміноволіквідних інвестицій в їх реальному обсязі

$$T_l = \frac{B_m}{B}, \quad (3.6)$$

де B – вартість всіх його активів (інвестицій).

2). Показник ризику ліквідності

$$K_{pl} = \frac{B_m + B_e}{B_c + B_n}, \quad (3.7)$$

де B_m – вартість терміноволіквідних активів; B_e – вартість високоліквідних активів;

B_c – вартість середньоліквідних активів; B_n – вартість низьколіквідних активів; K_{pl} – коефіцієнт ризику ліквідності.

Чим більшим є коефіцієнт ризику ліквідності. Тим меншим є ризик ліквідності.

Оцінка ліквідності інвестицій за рівнем фінансових втрат здійснюється на основі розрахунку процентного співвідношення величини можливих втрат до обсягів інвестицій, які прагнуть реалізувати.

За цим критерієм всі об'єкти інвестування оцінюють як:

- з дуже високим ризиком (втрати перевищують 20%);
- з високим ризиком (11-20%);
- із середнім ризиком (6-10%);
- з низьким ризиком (до 5%).

Показники ризику ліквідності за критерієм часу й рівнем фінансових втрат знаходяться між собою в оберненій залежності: інвестор згоден на більший рівень фінансових втрат під час реалізації проекту, якщо при цьому він швидше його реалізує, і навпаки.

Коефіцієнт чутливості бета

Одним з основних показників у відносному вираженні, що використовується для аналізу фінансових ризиків, є показник систематичного ризику, або коефіцієнт чутливості “бета” (β).

Систематичний ризик пов'язаний з подіями, що впливають на весь фондовий ринок у цілому. Ці події, зокрема, впливають на змінюваність доходів по кожному цінному паперу (ЦП), що фігурує на цьому ринку. Власне, необхідність оцінювати ступінь систематичного ризику для кожного ЦП й зумовила появу такого показника як “бета”.

Коефіцієнт β_i – коефіцієнт систематичного ризику i -го активу – характеризує тісноту зв'язку між біржовим курсом акцій i -тої компанії та загальним станом ринку і визначається за формулою:

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(R_i, R_M)}{\sigma^2(R_M)} = \frac{\rho(R_i, R_M)\sigma(R_i)}{\sigma(R_M)},$$

де R_i - норма прибутку i -го капітального активу (акції); R_M – загальноринкова норма прибутку; $\sigma(R_i), \sigma(R_M)$ – середньоквадратичні відхилення норми прибутку i -го капітального активу та загальноринкової норми прибутку; $\text{cov}(R_i, R_M)$ – коваріація норми прибутку i -го активу та норми прибутку ринку; $\rho(R_i, R_M)$ – коефіцієнт кореляції норми прибутку i -го активу та загальноринкової норми прибутку.

Легко переконатися, що якщо коефіцієнт $\beta = 1$ – норма прибутку акції віддзеркалює прибутковість ринку у цілому. У свою чергу, акціям з коефіцієнтом $\beta > 1$ властива більша мінливість норми прибутку, ніж ринку загалом. Їх називають “агресивними акціями”. І навпаки, акції з коефіцієнтом $\beta < 1$ мають меншу мінливість за ринок у цілому, і їх називають “дефенсивними (захищеними) акціями”.

Обчислення загальноринкової норми прибутку R_M для розвинутих фондових ринків пов'язане з аналізом дуже великої кількості (сотень тисяч, а то й мільйонів) видів цінних паперів. А тому замість всього різноманіття ЦП, що фігурують на ринку, використовують математичну модель ринку. Зокрема, використовують фондові індекси, що базуються на репрезентативних вибірках ЦП. Наприклад, у США використовують з цією метою зведений SP 500 Index (Standard and Poor's Index). Він відображає

реальне становище ринку ЦП і є найважливішим для фінансових аналітиків. Кількісно він є сумою курсів 500 найважливіших видів ЦП, зважених з урахуванням акціонерного капіталу кожної корпорації. (Відмітимо, що найдетальнішим у США є Wilshire Index, який враховує 5000 видів ЦП компаній).

Поклавши $R_M \approx R_I$, де R_I – норма прибутку відповідного фондового індексу, реальною стає реалізація відповідних обчислень щодо побудови коефіцієнта “бета” і тим самим використання його на практиці як фінансового інструмента. Зокрема, для аналізу якості інвестиційних проєктів, власне, для оцінки того, наскільки сподіваний дохід компенсує ризикованість вкладів у певний вид цінних паперів

Розрахунком показників β та фондових індексів займаються консалтингові інвестиційні компанії. Ці показники регулярно публікуються у західній фінансовій періодиці.

Приклад 3.11. Показник β для акцій компанії Apple Computer складає 1,35. Фондовий індекс Доу-Джонса підвищився на 20 пунктів. На скільки пунктів зросте індекс Доу-Джонса для акцій компанії?

Розв’язання. Оскільки індекс Доу-Джонса для акцій компанії складає 1,35, то це свідчить про те, що ризикованість вкладень у акції Apple Computer вища за ризикованість фондового ринку в цілому на 35%. Нестійкість цих акцій складає 1,35 щодо нестійкості “середньої” акції фондового ринку. Якщо ж фондовий індекс підвищився на 20 пунктів, то для акцій Apple Computer індекс Доу-Джонса зросте на 27 пунктів ($20 \cdot \beta = 20 \cdot 1,35 = 27$).

Тема 4. Концепція корисності в системі прийняття рішень

1. Концепція корисності. Пріоритети та їх числове відображення.

Для задач прийняття рішень за умов невизначеності та ризику принцип оптимальності нерідко будується у вигляді функції корисності. Оскільки при наявності ризику результати рішень залежать від випадкових величин, то для порівняння їх ефективності необхідно вміти порівнювати функції розподілу ефективності. У цьому випадку важливе значення для прийняття рішень мають результати про властивості функцій корисності.

Корисність - властивість речовини, матерії, інформації, довкілля, товару, послуги задовольняти потреби людини. Корисність виражає ступінь задоволення, яке одержує суб'єкт від споживання товару чи виконання будь-якої дії.

Корисність включає важливу психологічну компоненту, тому що люди досягають корисності, одержуючи речі, які приносять їм задоволення. Якщо товар, послуга тощо підвищують добробут людини, то вони мають позитивні корисність, або вони є благами. Якщо шкодять людині то вони є антиблагами, або мають від'ємну корисність. Для людини схильної до ризику, ризик - це благо, а не схильної ризик - це антиблаго. В економічному аналізі корисність часто використовується для того, щоб описати пріоритети при ранжуванні наборів споживчих товарів та послуг.

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

Позначимо співвідношення пріоритетності «не гірше, ніж» є одним із основних найпростіших понять. Запис $x \succ y$, 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

$$x \succcurlyeq y \text{ та } y \succcurlyeq x.$$

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 $x \succcurlyeq y$ і при цьому твердження, що $y \succcurlyeq x$, є несправедливим.

Також існують аксіоми щодо нестроого співвідношення пріоритетності (аксіом досконалої нестроогої впорядкованості та неперервності), і на основі цього доведено існування неперервної дійсної функції $U(x)$, визначеної на елементах множини X , яку називають *функцією корисності* і для якої $U(x) > U(y)$, якщо $x \succ y$.

Гранична корисність вимірює додаткове задоволення, що його одержує особа від споживання додаткової кількості товару.

Існує також закон спадної граничної корисності: при споживанні кожної наступної одиниці товару його гранична корисність зменшується.

2. Поняття лотереї. Корисність за Нейманом. Сподівана корисність.

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 $x \succcurlyeq x_*$ та $x \preccurlyeq x^*$ для всіх $x \in X$, тобто визначити найменш пріоритетне (це буде «нуль» даної шкали інтервалів) і найбільш пріоритетне значення економічного показника. 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 ймовірності 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 $1 - p(x)$.

За Нейманом *корисність варіанти x визначається ймовірністю $U(x) = p(x)$* , при якій особі байдуже, що обирати: x — гарантовано, чи лотерею $L(x_*, p(x), x^*)$.

Нехай L -це лотерея, яка призводить до виграшів: x_1, x_2, \dots, x_n , з відповідними ймовірностями p_1, p_2, \dots, p_n .

Розрахуємо сподіваний виграш такої лотереї:

$$\bar{x} = M(x) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot x_i,$$

де \bar{x} - сподіваний виграш лотереї

Основна формула сподіваної корисності:

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

де \bar{U} - значення сподіваної корисності.

Тобто *корисність ансамблю результатів збігається з математичним сподіванням корисності результатів*.

Слід зауважити, що згідно з основним положенням теорії корисності, суб'єкт керування, що приймає рішення в умовах невизначеності та породженого нею ризику, повинен максимізувати сподіване значення корисності результатів.

3. 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 x_0 , отримання якої еквівалентне участі в лотереї. Тобто $x_0 \sim L$, і тому, x_0 визначається з рівняння:

$$U(x_0) = M(U(X)), \text{ або } U(x_0) = \bar{U}(x)$$

$$x_0 = U^{-1}(M(U(X))),$$

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

Сподіваний виграш та детермінований еквівалент відносяться до лотереї зі скінченним числом можливих виграшів. Якщо можливі виграші описуються щільністю розподілу $f(x)$, то сподіваний виграш у цій лотереї дорівнює:

$$\bar{x} = M(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx,$$

а детермінований еквівалент x_0 можна знайти із співвідношень:

$$U(x_0) = M(U(x)) = \int_{-\infty}^{+\infty} U(x)f(x)dx.$$

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

$$CC(X) = -x_0.$$

4. Премія за ризик.

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, тобто уникнути її. Для визначення розмірів цього платежу вводиться до розгляду величина, яку називають премією 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 (особа, що приймає рішення) згоден знехтувати (уступити її) 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

$$\pi(X) = M(X) - x_0 = \bar{x} - x_0.$$

Приклад 4.1. Нехай $U(x) = a + bx$, $b > 0$. Припустимо, що особа, яка приймає рішення, має справу з лотереєю, що має щільність розподілу $f(x)$. Необхідно відшукати сподіваний виграш, детермінований еквівалент та премію за ризик.

Розв'язання. Сподіваний виграш знаходимо за формулою :

$$\bar{x} = M(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx.$$

Детермінований еквівалент x_0 знаходимо з рівняння:

$$U(x_0) = M(U(X)).$$

Оскільки $U(x_0) = a + bx_0$, $M(U(X)) = a + b\bar{x}$, то $x_0 = \bar{x}$.

Отже, для лінійної функції корисності премія за ризик $\pi(X) = \bar{x} - x_0 = 0$.

Приклад 4.2. Нехай $U(x) = a - be^{-cx}$, де $a > 0$, $b > 0$, $c > 0$, $x \geq 0$ (рис.4.1). Припустимо, що особа, яка приймає рішення, має справу з лотереєю $L(x_1, p; x_2, q)$, $p + q = 1$. Відшукати сподіваний виграш \bar{x} та детермінований еквівалент x_0 .

Розв'язання. Сподіваний виграш $\bar{x} = px_1 + qx_2$.

Детермінований еквівалент є розв'язком рівняння $U(x_0) = M(U(X))$. Враховуючи вигляд функції $U(x)$, маємо:

$$\begin{aligned}
a - be^{-cx_0} &= p(a - be^{-cx_1}) + q(a - be^{-cx_2}); \\
a - be^{-cx_0} &= a(p + q) - b(pe^{-cx_1} + qe^{-cx_2}); \\
e^{-cx_0} &= pe^{-cx_1} + qe^{-cx_2}; \\
\ln e^{-cx_0} &= \ln(pe^{-cx_1} + qe^{-cx_2}); \\
x_0 &= -\frac{1}{c} \ln(pe^{-cx_1} + qe^{-cx_2}) = x_1 - \frac{1}{c} \ln(p + qe^{c(x_1 - x_2)}).
\end{aligned}$$

Якщо покласти $x_1 = 80$, $x_2 = 100$, $c = 2$, $p = 0,7$, $q = 0,3$, то отримуємо:

$$\bar{x} = 0,7 \cdot 80 + 0,3 \cdot 100 = 86; \quad x_0 = 80 - \frac{1}{2} \ln(0,7 + 0,3e^{2 \cdot (80 - 100)}) \approx 80,2.$$

Премія за ризик $\pi(X) = 86 - 80,2 = 5,8$.

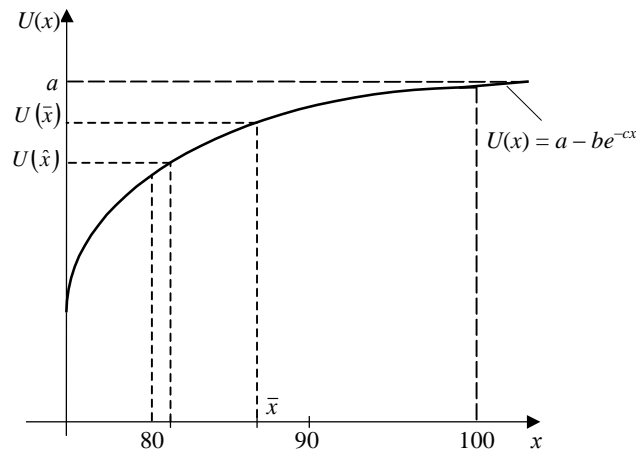


Рис. 4.1. Графік функції корисності $U(x) = a - be^{-cx}$

Приклад 4.3. Нехай $U(x) = a(x - c)^2 + b$, $a > 0$, $b \geq 0$, $c \geq 0$. Припустимо, що особа, яка приймає рішення, має справу з лотереєю $L(x_1, p; x_2, q)$, $p + q = 1$.

Відшукати сподіваний виграш \bar{x} та детермінований еквівалент x_0 .

Розв'язання. Як і раніше, $\bar{x} = px_1 + qx_2$ — сподіваний виграш. Детермінований еквівалент x_0 є розв'язком рівняння:

$$\begin{aligned}
a(x_0 - c)^2 + b &= p(a(x_1 - c)^2 + b) + q(a(x_2 - c)^2 + b); \\
a(x_0 - c)^2 + b &= b(p + q) + a(p(x_1 - c)^2 + q(x_2 - c)^2); \\
(x_0 - c)^2 &= p(x_1 - c)^2 + q(x_2 - c)^2; \\
x_0 &= c + \sqrt{p(x_1 - c)^2 + q(x_2 - c)^2}.
\end{aligned}$$

Поклавши, як і в попередньому прикладі, $x_1 = 80$, $x_2 = 100$, $c = 2$, $p = 0,7$, $q = 0,3$, отримуємо:

$$\begin{aligned}
\bar{x} &= 0,7 \cdot 80 + 0,3 \cdot 100 = 86; \\
x_0 &= 2 + \sqrt{0,7(80 - 2)^2 + 0,3(100 - 2)^2} \approx 86,5.
\end{aligned}$$

Премія за ризик $\pi(X) = 86 - 86,5 = -0,5$.

5. Різне ставлення до ризику та корисність.

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.

З попереднього відомо, що корисність лотереї збігається з математичним сподіванням корисності її випадкових результатів. Отже, умовою *несхильності до ризику* є:

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

Твердження 1. Особа, яка приймає рішення, не схильна до ризику тоді і тільки тоді, коли її функція корисності опукла вгору.

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

Отже, умова *схильності до ризику* описується так:

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

Твердження 2. Особа, яка приймає рішення, схильна до ризику в тому і тільки в тому випадку, коли її функція корисності опукла вниз.

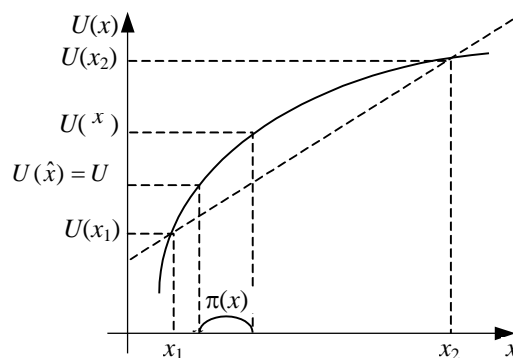


Рис. 4.2. Функція корисності особи, несхильної до ризику

Графічне доведення справедливості тверджень 1 та 2 для лотереї $L(x_1, p; x_2, q)$, $p + q = 1$, наведене відповідно на рис. 4.2 та рис. 4.3:

$$\bar{x} = px_1 + qx_2, \quad \bar{U} = pU(x_1) + qU(x_2).$$

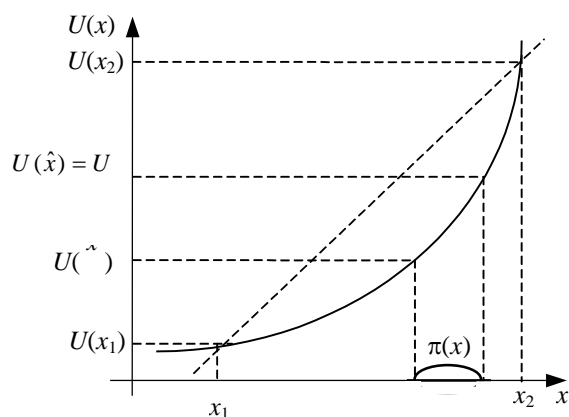


Рис. 4.3. Функція корисності особи, схильної до ризику

При різних рівнях доходу (багатства) ставлення людини до ризику може змінюватись. Досить реалістичною гіпотезою для широкого кола суб'єктів є схильність до ризику при невеликих сумах (відносно загального достатку) та несхильність при значних сумах. Графічно ця гіпотеза зображена на рис. 4.4.

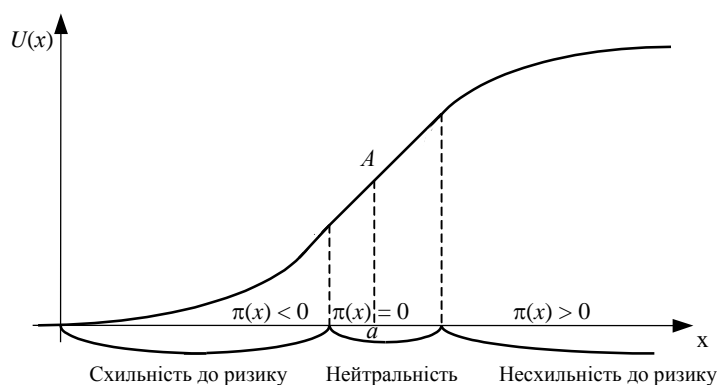


Рис.4.4. Функція схильності-несхильності до ризику (С-НСР)

Що стосується функцій, які описують висунуту гіпотезу, то їх будемо називати *функціями схильності-несхильності до ризику (С-НСР)*.

Можна зробити висновок, що ставлення до ризику — це локальна характеристика особи. Якщо людина більш заможна, то вона може дозволити собі ризикнути більшою сумою. Чим заможніша людина, тим

більш праворуч на графіку її функції *C-НСР* розташована зона несхильності до ризику (точка *a*).

Аналітично функції корисності такого типу можна задати за допомогою зрізаних функцій розподілу ймовірностей, а саме:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a; \\ \frac{F(x) - F(a)}{F(b) - F(a)}, & a < x \leq b; \\ 1, & x > b. \end{cases}$$

Наприклад, виходячи з нормального закону розподілу, що має параметри *m* та σ , отримуємо:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a; \\ \frac{\Phi\left(\frac{x-m}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a-m}{\sigma}\right)}{\Phi\left(\frac{b-m}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a-m}{\sigma}\right)}, & a < x \leq b; \\ 1, & x > b. \end{cases}$$

Несхильність (або нейтральність) до ризику використовується страховими компаніями, які скуповують ризик. На схильності до ризику функціонує гральний бізнес.

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

а) *функція корисності для особи, нейтральної до ризику, є лінійною, тобто*

$$U(x) = ax + b;$$

б) *умова байдужості до ризику виражається рівністю:*

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

в) *величина сподіваного виграшу збігається з детермінованим еквівалентом лотереї ($\bar{x} = x_0$), а тому премія за ризик $\pi(X) = 0$.*

Твердження 3. При зростаючій функції корисності для всіх не вироджених лотерей особа, яка приймає рішення, тоді і тільки тоді є:

- а) несхильною до ризику, коли премія за ризик є додатною ($\pi(X) > 0$);
- б) схильною до ризику, коли премія за ризик є від'ємною ($\pi(X) < 0$);
- в) нейтральною до ризику, якщо премія $\pi(X) = 0$.

Тема 5. Моделювання економічного ризику на базі концепції теорії гри.

1. Теоретико-ігрова модель та її основні компоненти.

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

Математична теорія конфліктних ситуацій називається теорією ігор.

Метою теорії ігор є вироблення рекомендацій щодо розумної поведінки учасників конфлікту.

Основні поняття:

- *гра* – це математична модель конфлікту;
- *гравці* i – це сторони у конфліктній ситуації;
- результат гри називається *виграшем* або *нічиєю*;
- *правила* гри – це перелік прав та обов'язків гравців;
- *ходом* гри називається вибір гравцем однієї з передбачених правилами гри дій. Ходи бувають особисті і випадкові. Особистий хід – це свідомий вибір гравця. Випадковий хід – це вибір дії, що не залежить від його волі.
 - *стратегія* гравця – це сукупність правил, що визначають вибір варіанта дій у кожному особистому ході;
 - *оптимальна стратегія* гравця – це така стратегія, що забезпечує йому максимальний виграш;
 - *завдання теорії ігор* полягає у виявленні оптимальної стратегії.

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 (ФО), визначений на множині $X \times \Theta$ і такий, що набуває значення з простору R , функція $f(x, \theta)$ — функція виграшу 1-го гравця (суб'єкта керування).

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 – це повна група подій, тобто це вектор:

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

$$\Theta = \theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n;$$

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

Коли множина стратегій суб'єкта керування $X = \{x_1; x_2; \dots; x_m\}$ та множина станів середовища $\Theta = \{\theta_1; \theta_2; \dots; \theta_n\}$, функціонал оцінювання задається матрицею:

$$F = F\{f_{ij}; i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n\} = \begin{array}{c|cccccc} & \theta_1 & \dots & \theta_j & \dots & \theta_n \\ \hline x_1 & f_{11} & \dots & f_{1j} & \dots & f_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_i & f_{i1} & \dots & f_{ij} & \dots & f_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_m & f_{m1} & \dots & f_{mj} & \dots & f_{mn} \end{array},$$

де елемент f_{ij} є кількісною оцінкою рішення $x_i \in X$ за умови, що середовище перебуває у стані $\theta_j \in \Theta$.

Функціонал оцінювання F має позитивний інгредієнт, якщо намагається досягнути

$$\max_{x_i \in X} \{f_{ij}\}. \quad (5.1)$$

Для таких випадків записують $F = F^+ = \{f_{ij}^+\}$.

Для негативного інгредієнта шукають

$$\min_{x_i \in X} \{f_{ij}\}, \quad (5.2)$$

$$F=F^-=\{f^-_{ij}\}.$$

Визначення функціоналу оцінювання у формі $F=F^+$, як правило, використовується для оптимізації категорії корисності, виграшу, ефективності, ймовірності досягнення цільових подій, тощо. У випадку $F=F^-$ робиться оптимізація збитків, ризику, тощо.

Функція ризику визначається як лінійне перетворення позитивно чи негативно заданого інгредієнта ФО до відносних одиниць вимірювання.

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:

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

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

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

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*:

$$R^- = \{r_{ij}^- = r^-(x_i, \theta_j); i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n\}.$$

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

2. Класифікація інформаційних ситуацій.

Під інформаційною ситуацією (ІС) розуміють певний ступінь градації невизначеності щодо перебування економічного середовища в одному зі своїх можливих станів у момент прийняття суб'єктом керування (гравцем) рішення.

Класифікатор інформаційних ситуацій, що характеризують поведінку економічного середовища під час “вибору” свого стану в процесі прийняття рішення (він може бути деталізованим і розширеним), можна побудувати таким чином:

I₁ — перша ІС характеризується (згідно з висунутими гіпотезами) заданим розподілом імовірності щодо станів економічного середовища, тобто вважається, що відомі компоненти вектора θ_j ;

I₂ — друга ІС характеризується заданим розподілом імовірностей різних станів економічного середовища, з точністю до невідомих параметрів, які характеризують цей закон розподілу, тобто значення ймовірностей θ_j сценаріїв однозначно визначаються відповідними параметрами;

I₃ — третя ІС характеризується деякою сукупністю обмежень щодо ймовірностей θ_j ($j = 1, \dots, n$) станів економічного середовища;

I₄ — четверта ІС характеризується, з одного боку, невідомим розподілом імовірностей різних станів економічного середовища за умови, що невідомі ймовірності θ_j ($j = 1, \dots, n$) сценаріїв задовольняють співвідношення, а з іншого — відсутністю активної протидії економічного середовища цілям суб'єкта управління;

I₅ — п'ята ІС характеризується абсолютно протилежними інтересами СПР та економічного середовища (або несхильністю суб'єкта прийняття рішень до ризику, прагненням уникнути ризику), тобто має місце конфлікт між ними. При цьому економічне середовище є активним і трактується як

зловмисний противник гравця. У даному випадку статистична гра стає за своєю суттю парною матричною грою з нульовою сумою (грою двох учасників з антагоністичними інтересами);

I₆ — шоста ІС характеризується як проміжна між I₁ та I₅ у разі вибору економічним середовищем своїх станів, коли, одночасно з наявністю деякої інформації щодо розподілу θ_j імовірностей θ_j ($j = 1, \dots, n$), економічне середовище не пасивне. При цьому існуючі протиріччя між інтересами СПР та економічним середовищем не обов'язково носять повністю антагоністичний характер;

I₇ — сьома ІС характеризується нечіткою (розпливчастою) множиною станів економічного середовища.

Варто звернути увагу на те, що в дійсності множину всіх можливих станів економічного середовища практично неможливо побудувати, а тому першу рівність необхідно було би замінити нерівністю:

$$\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n \leq \Theta.$$

3. Теорія прийняття рішень.

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 (господарське) 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 наявність:

1) *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) *у суб'єкта керування*:

- множини взаємовиключаючих рішень $x_i \in X$, одне з яких йому необхідно прийняти;

- функціонала оцінювання $F = \{f(x_i, \theta_j)\}$, що характеризує «виграш» чи «програш» при виборі рішення $x_i \in X$, якщо ЕС перебуває (буде перебувати) у стані $\theta_j \in \Theta$.

Творча складова процесу прийняття рішення в умовах ризику має вирішальне значення і складається із наступних кроків.

Крок 1. Формування множини рішень X та множини Θ станів ЕС.

Крок 2. Визначення та формалізація основних показників ефективності і корисності, що входять у функціонал оцінювання $F = \{f_{ij}\}$.

Крок 3. Визначення ІС, що характеризує стратегію поведіння економічного середовища.

Крок 4. Вибір критерію прийняття рішення з множини критеріїв, що є характерними для обраної (ідентифікованої) ІС.

Крок 5. Прийняття оптимального рішення за обраним критерієм.

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

Крок 1. Проведення розрахунків за існуючими алгоритмами показників ефективності, що входять у визначення ФО.

Крок 2. 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 $x_i \in X$ залежить від інформаційної ситуації на множині станів ЕС та обраного критерію прийняття рішень.

4. Критерії прийняття рішень при заданому розподілі ймовірностей.

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 $X^* \subset X$.

Отже, перша інформаційна ситуація I_1 має місце тоді, коли мають апіорний розподіл ймовірностей

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

Ця ситуація є найрозповсюдженішою в більшості практичних задач прийняття рішень за умов ризику.

Розглянемо один із критеріїв прийняття рішень у цій ситуації.

Критерій Байєса. Цей критерій ще називають критерієм середньозваженого (сподіваного) прибутку, затрат, ризику тощо.

Згідно з цим критерієм у випадку, коли $F = F^+$, оптимальним рішенням x_{i_0} вважається таке, для якого математичне сподівання відповідного вектора оцінювання досягає найбільшого можливого значення. Тобто x_{i_0} знаходять, виходячи з умови:

$$x_{i_0} : B^+(x_{i_0}; P) = \max_{x_i \in X} B^+(x_i; P),$$

$$\text{де } B^+(x_{i_0}; P) = \sum_{j=1}^n p_j f_{ij}^+ = M(F_i^+).$$

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

$$x_{i_0} : B^-(x_{i_0}; P) = \min_{x_i \in X} B^-(x_i; P),$$

$$\text{де } B^-(x_{i_0}; P) = \sum_{j=1}^n p_j f_{ij}^- = M(F_i^-).$$

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

Якщо функціонал оцінювання задано в ризиках, то відповідну величину $B^-(x_i; P) = \sum_{j=1}^n p_j r_{ij}^-$ називають *байєсівським ризиком рішення* $x_i \in X$.

Модальний критерій. У випадку, коли $F = F^+$ оптимальне рішення x_{i_0} шукається з умови:

$$x_{i_0} : f^+(x_{i_0}; Mo(\Theta)) = \max_{x_i \in X} f^+(x_i; Mo(\Theta)),$$

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 $F = F^-$

$$x_{i_0} : f^-(x_{i_0}; Mo(\Theta)) = \min_{x_i \in X} f^-(x_i; Mo(\Theta)).$$

Критерій мінімальної дисперсії. У випадку, коли $F = F^+$ чи $F = F^-$, оптимальне рішення x_{i_0} задовольняє умову:

$$x_{i_0} : D^-(x_{i_0}; P) = \min_{x_i \in X} D^-(x_i; P),$$

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

для рішення x_i .

Величину $D^-(x_i; P)$ можна обчислити також за формулами:

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

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

5. Критерій прийняття рішень, коли невідомий розподіл ймовірностей.

Для ІС I_4 характерним є повне незнання закону розподілу ймовірностей станів ЕС. А тому вибір розподілу повинен базуватись на певних гіпотезах. Одним з таких припущень 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 апріорних ймовірностей. Згідно з цим критерієм у випадку, коли $F = F^+$, оптимальним є рішення

$$x_{i_0} := \max_{x_i \in X} B^+(x_i; P) = \max \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n f_{ij}^+ \right); P = \left\{ \frac{1}{n}; \dots; \frac{1}{n} \right\}$$

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

Таким чином, можливі стани розглядаються як рівноймовірні, якщо немає жодних відомостей про умови, за яких кожний стан може відбутися.

6. Критерій прийняття рішень у ситуації, що характеризується антагоністичними інтересами середовища.

Ситуація ІС I_5 характеризується антагоністичними інтересами ЕС щодо суб'єкта керування у процесі прийняття ним своїх рішень. На відміну від «пасивного» ЕС (яке характеризують інформаційні ситуації I_1, I_2, I_3, I_4) при I_5 ЕС 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 СК в полі I_5 є забезпечення собі гарантованих рівнів значень функціоналу оцінювання, тобто зведення ризику до нуля.

Таким чином, у ситуації I_5 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 СК.

Критерій Вальда. Коли $F = F^+$, то оптимальне (безризикове) рішення x_{i_0} вибирається згідно з принципом *maxmin* (максиміну). Схема процесу прийняття оптимального рішення така: кожному рішенню $x_i \in X$ присвоюють, як показник, його гарантований рівень, який відповідає найменшій (за станами ЕС) компоненті відповідного вектора оцінювання $F_i^+ = \{f_{i1}^+; \dots; f_{in}^+\}$. Тобто згідно з критерієм Вальда оптимальним є рішення

$$x_{i_0} = \max_{x_i \in X} \min_{\theta_j \in \Theta} f_{ij}^+,$$

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

$$x_{i_0} = \min_{x_i \in X} \max_{\theta_j \in \Theta} f_{ij}^- ,$$

Треба зазначити, що перевагою критерія Вальда є його надзвичайний консерватизм, тобто безризиковість у такій ситуації, де недоцільно ризикувати.

Критерій домінуючого результату. Коли $F = F^+$, то за критерієм домінуючого результату оптимальне рішення забезпечується максимаксною (maxmax) стратегією:

$$x_{i_0} = \max_{x_i \in X} \max_{\theta_j \in \Theta} f_{ij}^+ .$$

У випадку, коли $F = F^-$ оптимальне рішення забезпечується мінмінною (minmin) стратегією:

$$x_{i_0} = \min_{x_i \in X} \min_{\theta_j \in \Theta} f_{ij}^- .$$

Доцільність самостійного використання цього критерію при прийнятті рішень є досить проблематичною. В основному він використовується як складова частина при побудові складних моделей прийняття багатоцільових рішень для імітації найсприятливіших ситуацій (наприклад, в критерії Гурвіца, який розглянемо в I_6), а також під час побудови ієрархічних моделей.

Критерій мінімального ризику Севіджа. Це один з основних критеріїв, що відповідає принципу мінімаксу. Початковим моментом для використання критерію Севіджа є перехід від функціоналу оцінювання F^\pm до матриці ризику R^- . Тоді оптимальним вважають рішення:

$$x_{i_0} = \min_{x_i \in X} \max_{\theta_j \in \Theta} r_{ij}^- .$$

7. Шоста інформаційна ситуація.

Інформаційна ситуація I_6 визначається наявністю факторів, що

характеризують два типи “проміжної” поведінки середовища. Для першого типу характерна наявність у суб’єкта керування деякої “неясної” інформації щодо дійсних розподілів стану середовища. Якщо б “неясною” інформація не була, суб’єкт керування хоч і не може постулювати яку-небудь конкретну інформаційну ситуацію I_i ($i=\overline{1,5}$), але може встановити деякий рівень песимізму - оптимізму.

Для другого типу вважається, що суб’єкт керування має інформацію про стан середовища, яка є “проміжною” між інформаційними ситуаціями I_1 та I_5 , тобто для цього випадку така інформаційна ситуація знаходиться між двома крайніми ситуаціями I_1 та I_5 , що характеризуються, з одного боку, повним або частковим знанням щодо розподілів ймовірностей на Θ , а з другого – антагоністичною поведінкою середовища.

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

$$x_{i_0} : G^+(x_{i_0}; \lambda) = \max_{x_i \in X} G^+(x_i; \lambda),$$

де

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

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

При $\lambda = 1$ $G^+(x_i; \lambda) = \min_{\theta_j \in \Theta} f_{ij}^+$, тобто критерій Гурвіца збігається з критерієм

Вальда, а при $\lambda = 0$ $G^+(x_i; \lambda) = \max_{\theta_j \in \Theta} f_{ij}^+$, 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

$$x_{i_0} : G^-(x_{i_0}; \lambda) = \min_{x_i \in X} G^-(x_i; \lambda),$$

де

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

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

Модифіковані критерії. Згідно з модифікованими критеріями у випадку, коли $F = F^+$, оптимальним є рішення

$$x_{i_0} : \Phi^+(x_{i_0}; P; \lambda) = \max_{x_i \in X} \Phi^+(x_i; P; \lambda),$$

або ж у випадку, коли $F = F^-$, рішення

$$x_{i_0} : \Phi^-(x_{i_0}; P; \lambda) = \min_{x_i \in X} \Phi^-(x_i; P; \lambda),$$

де $\Phi^\pm(x_i; P; \lambda) = (1 - \lambda)B^\pm(x_i; P) \mp \lambda \cdot Risk^\pm(x_i; P)$; $\lambda \in [0; 1]$, а за величину $Risk^-(x_i; P)$ можна використати або середньоквадратичне ($\sigma^-(x_i; P)$), або семіквадратичне ($SSV^-(x_i; P)$) відхилення, або ж будь-який інший співрозмірний з $B^\pm(x_i; P)$ вимірювач ризику. Параметр $\lambda \in [0; 1]$, який використовується у зазначених вище критеріях, можна трактувати як *коефіцієнт несхильності СК до ризику*.

Критерій Ходжеса-Лемана. Ходжес та Леман стоять на тій точці зору, що в практиці прийняття рішень в умовах невизначеності інформація про стан ЕС знаходиться між повним незнанням та точним знанням апріорного розподілу. Цей критерій дає змогу використовувати всю інформацію, що її має суб'єкт управління, але в той же час забезпечує заданий рівень гарантії у випадку, коли ця інформація неточна. Критерій Ходжеса-Лемана є «суміш» критеріїв Байєса та Вальда.

Згідно з критерієм Ходжеса-Лемана у випадку, коли $F = F^+$, оптимальним є рішення

$$x_{i_0} : HL^+(x_{i_0}; P; \lambda) = \max_{x_i \in X} HL^+(x_i; P; \lambda),$$

де

$$HL^+(x_i; P; \lambda) = (1 - \lambda)B^+(x_i; P) + \lambda \min_{\theta_j \in \Theta} f_{ij}^+.$$

Якщо ж $F = F^-$, то оптимальним рішенням є

$$x_{i_0} : HL^-(x_{i_0}; P; \lambda) = \min_{x_i \in X} HL^-(x_i; P; \lambda),$$

де

$$HL^-(x_i; P; \lambda) = (1 - \lambda)B^-(x_i; P) + \lambda \max_{\theta_j \in \Theta} f_{ij}^-.$$

Як і раніше, параметр $\lambda \in [0; 1]$, і його можна інтерпретувати як коефіцієнт несхильності до ризику.

Критерій Парето. Згідно з Парето рішення x_i вважається *не гіршим* від рішення x_ℓ (позначається: $x_i \succsim x_\ell$; $x_i, x_\ell \in X$), якщо для всіх елементів відповідних їм векторів F_i та F_ℓ мають місце оцінки $f_{ij}^+ \geq f_{lj}^+$, якщо $F = F^+$, чи $f_{ij}^- \leq f_{lj}^-$, якщо $F = F^-$.

Якщо хоча б для однієї компоненти f_{is} , $1 \leq s \leq n$ вектора F_i має місце строга нерівність $f_{is}^+ > f_{\ell s}^+$ ($F = F^+$), чи $f_{is}^- < f_{\ell s}^-$ ($F = F^-$), то рішення x_i вважається *кращим* за рішення x_ℓ (записується $x_i \succ x_\ell$).

Рішення $x_{i_0} \in X$ є *оптимальним за Парето*, якщо в множині X не знайдеться рішення, кращого за x_{i_0} .

Тема 6. Управління економічними ризиками.

1. Сутність і зміст управління ризиком. Формування стратегії управління ризиком.

Управління і ризик є взаємопов'язаними елементами економічної системи. Проблема управління ризиком, подолання невизначеності постійно актуальна в будь-якому секторі економіки.

Управління ризиком – це комплекс управлінських дій та заходів впливу на суб'єкти господарської діяльності, який забезпечує максимально широке охоплення можливих ризиків, обґрунтоване прийняття і доведення їх впливу до оптимально можливих меж для зниження імовірності настання стохастичних негативних подій і нейтралізація їх наслідків.

У широкому розумінні управління ризиком можна визначити як мистецтво і науку про забезпечення умов успішного функціонування будь-якої господарської одиниці. У вузькому розуміння – це процес розроблення та впровадження програми зменшення будь-яких випадково виникаючих збитків (втрат).

Процес керування ризиками необхідно розглядати як цілеспрямований розвиток фірми з мінімізацією втрат. Він залежить від політики окремо взятого виробника на мікрорівні й від центральних органів керування державою на макрорівні.

Політика керування ризиками включає три основні етапи:

- 1) визначення стратегії ризику;
- 2) визначення границь ризику;
- 3) оцінку ризику.

Стратегія ризику складається із цілей і завдань виробника, обсягу, видів і принципів керування. Ці мета і завдання в основному визначаються постійно мінливим зовнішнім економічним середовищем, у якому доводиться працювати фірмі. Рівень ризику, пов'язаного з тією або іншою подією, постійно змінюється. Джерелом цього є динамічний характер зовнішнього

оточення. Це змушує підприємство постійно уточнювати своє місце на ринку і проводити оцінку ризику подій, а отже, вибирати оптимальну стратегію свого розвитку. Повністю уникнути ризику виробник не може, тому завдання оптимальної стратегії складається у виборі обсягу й виду ризику, що може собі дозволити підприємець, а також у дотриманні певних принципів керування ризиками в умовах гіперінфляції, політичної й економічної нестабільності.

Отже, під *стратегією управління ризиком* прийнято розуміти цілеспрямовану та керовану діяльність щодо оптимізації співвідношення між прибутковістю та ризиком для максимізації прибутку та вартості підприємства як у теперішній час, так і на перспективу.

Управління ризиком має бути орієнтоване не тільки на сьогодні, на розв'язання оперативних та тактичних завдань, а й створювати належну базу для ефективної діяльності підприємства у майбутньому.

Суб'єктом управлінських дій щодо розробки та впровадження стратегії управління ризиком підприємства є спеціальний менеджер підприємства (ризик-менеджер або менеджер з ризику).

Розробка стратегії управління ризиком повинна базуватися на певних принципах.

Першим принципом розробки стратегії управління ризиком є принцип системності, який передбачає необхідність системного (комплексного) підходу до вивчення, оцінки та впровадження заходів з контролю за ризиком, а також необхідність врахування фактора ризику при розробці інших функціональних стратегій управління підприємством.

Другим найважливішим принципом розробки стратегії управління ризиком є принцип обґрунтованості. Він передбачає необхідність досконалого обґрунтування заходів та дій, які проводяться щодо управління ризиком.

Третім принципом розробки стратегії управління ризиком є принцип економічності. Він передбачає необхідність оцінки кошторису витрат на

управління ризиком та їх порівняння з можливими втратами підприємства у разі ризикових подій.

Четвертим принципом є принцип послідовності. Він обумовлює необхідність дотримання ризик-менеджером при розробці та реалізації стратегії управління ризиком певної послідовності дії для найефективнішого її проведення.

П'ятий принцип – це гнучкість стратегії управління ризиком. Цей принцип передбачає можливість та необхідність постійного оперативного коригування розробленої раніше стратегії та тактики ризик -менеджменту у зв'язку з постійною зміною факторів, що обумовлюють ризики діяльності підприємства. Тому стратегія управління ризиком повинна розроблятися так, щоб при потребі можна було внести необхідні корективи.

Розробка стратегії управління ризиком передбачає таку послідовність дій.

На першому етапі розробки стратегії управління ризиком підприємства необхідно провести *ідентифікацію ризиків*, які притаманні діяльності конкретного підприємства або його окремих господарських операцій, тобто визначити перелік систематичних та специфічних ризиків, з якими зустрічається підприємство. Ця робота проводиться спеціалістами підприємства за допомогою виявлення можливих втрат та перешкод, які можуть мати місце у процесі проведення кожного виду господарських операцій підприємства або діяльності підприємства в цілому.

На другому етапі розробки стратегії управління ризиком проводиться *збір інформації* про виявлені види ризику та характер їх прояву на певному підприємстві або на аналогічних підприємствах. Якість інформаційного забезпечення процесу управління ризиком має дуже велике значення, оскільки дає змогу вірно оцінити рівень ризику та його фінансові наслідки. Необхідна інформація отримується як з внутрішніх, так і з зовнішніх джерел. Конкретний перелік відомостей, що мають бути зібрані, залежить від виду ризику, який досліджується.

На третьому етапі розробки стратегії управління ризиком підприємства повинна бути проведена *оцінка рівня окремих видів ризику та ризикованості діяльності підприємства* (чи господарської угоди) *в цілому*. Оцінка рівня ризику може бути проведена різними методами: статистичним, експертним, розрахунково-аналітичним (методом чутливості або комп'ютерного моделювання) тощо. Вибір методу оцінки, який можливо та доцільно використовувати, залежить від характеру ризику, інформаційного забезпечення дослідження, важливості точної оцінки вірогідності виникнення ризикової події.

На четвертому етапі розробки стратегії управління ризиком повинна бути проведена *оцінка можливих фінансових втрат підприємства* в разі ризикової події, яка є проявом конкретного виду ризику. Фінансові втрати, які ймовірно очікуються, можуть бути оцінені в абсолютному вимірі (грошовому або натуральному) або відносно до якогось показника господарської діяльності підприємства (доходів, прибутку, витрат, активів чи капіталу). Оцінка фінансових витрат може бути проведена статистичним методом або експертно.

На п'ятому етапі розробки стратегії управління ризиком проводиться *експертиза доцільності ризику*. Під час її проведення необхідно порівняти між собою:

- 1) *рівень ризику та рівень доходності*, зі співвідношенням між ризиком та доходністю діяльності, яке фактично склалося або є середньоринковим показником;
- 2) *розмір фінансових втрат*, можливих внаслідок ризикових подій, *з наявними фінансовими можливостями* підприємства.

Результат цієї роботи дає відповідь про доцільність такого рівня ризику для підприємства.

Можливі *три варіанти оцінки доцільності ризику*.

1. При визнанні ризику абсолютно доцільним операція чи діяльність підприємства, якій він притаманний, проводиться за сценарієм, який

фактично склався або проектувався. При цьому повинні проводитися звичайні (типові для цього підприємства) заходи щодо контролю та фінансування ризику.

2. При визнанні ризику абсолютно недоцільним діяльність підприємства, що пов'язана з цим ризиком, припиняється (проект проведення певної господарської операції відхиляється).

3. При неможливості остаточної оцінки доцільності ризику (сумнівна доцільність) переходять до наступного шостого етапу роботи щодо розробки стратегії управління ризиком - розробки заходів з контролю та фінансування ризику.

Практика ризик-менеджменту охоплює різноманітні підходи до мінімізації наслідків ризику для діяльності підприємства. В загальному вигляді вони поділяються на дві великі групи:

- організаційні або методи контролю рівня ризику;
- економічні або методи фінансування ризику.

Визначивши певний перелік заходів, проводять повторну оцінку доцільності ризику, визначаючи своє кінцеве ставлення до виду діяльності або операції, експертизи якої проводиться.

На сьомому етапі розробки стратегії приступають до практичної реалізації запланованих заходів з управління ризиком. У ході проведення цієї роботи необхідно також періодично повторювати окремі етапи процесу оцінки ризику для оперативного коректування попередньо розробленої стратегії.

2. Система управління ризиком. Принципи управління ризиком.

Система управління ризиком на підприємстві – діяльність пов'язана з виявленням економічних ризиків, з'ясуванням їх прийнятого рівня і застосування комплексу заходів для запобіганням втрат і їх зменшенням.

Система управління ризиком включає:

- 1) визначення й оцінка зон ризику, тобто передбачення можливих

- збитків або ризикованих ситуацій, що приносять збитки, вимір ризику, прогнозування майбутніх збитків;
- 2) контроль за ризиками, тобто координування контролю ризику по всій виробничій структурі, економічне стимулювання зменшення ризику, моніторинг;
 - 3) фінансування ризику, тобто використання ресурсів, підтримка стратегії «надзвичайних обставин», страхові фонди.

Визначення границь ризику припускає побудову деяких обґрунтованих діапазонів зміни величини ризику, які можуть бути використані менеджерами при виборі тієї або іншої стратегії розвитку. Оскільки підприємство не може уникнути ризику, у нього залишається право вибору обсягу ризику і його різновиди, що враховує спрямованість роботи підприємства. При формуванні таких діапазонів зіштовхуються з поняттям «*області ризику*».

Виділення границь ризику - справа непросте. Найголовнішим при формуванні діапазонів ризику є визначення граничного значення ризику для конкретної ризикової області. Єдиної думки з цього приводу немає, тому дослідники пропонують різні критерії його визначення.

Оцінка ризику проводиться різними методами. Від правильного вибору методу розрахунку ризику залежить правильність оцінки прогнозованих втрат. Кожна сфера інтересів підприємців має властиві тільки їй певні методи розрахунку ризику, які найбільше відповідають її специфіці (наприклад, метод оцінки капітальних активів (МОКА), метод чутливості ринку). Але є й загальні методи, які можуть розраховувати величину ризику, незважаючи на особливості предметної області підприємців.

Принципи управління ризиком.

1. Не можна ризикувати більше, ніж це може дозволити власний капітал.
2. Завжди треба думати про наслідки ризику.
3. Позитивне рішення приймається лише при відсутності сумніву.
4. Не можна ризикувати великою кількістю заради малого.

5. При наявності сумніву приймаються негативні рішення.
6. Не можна думати, що завжди існує тільки одне рішення, можливо, що є й інші варіанти.

3. Загальна схема процесу управління ризиком.

Узагальнення процесу управління ризиком зображено у вигляді блок-схеми на рис 6.1.

У результаті ґрунтовного якісного та кількісного аналізу менеджер, спираючись на отримані дані, обирає один із засобів або суперпозицію засобів управління ризиком:

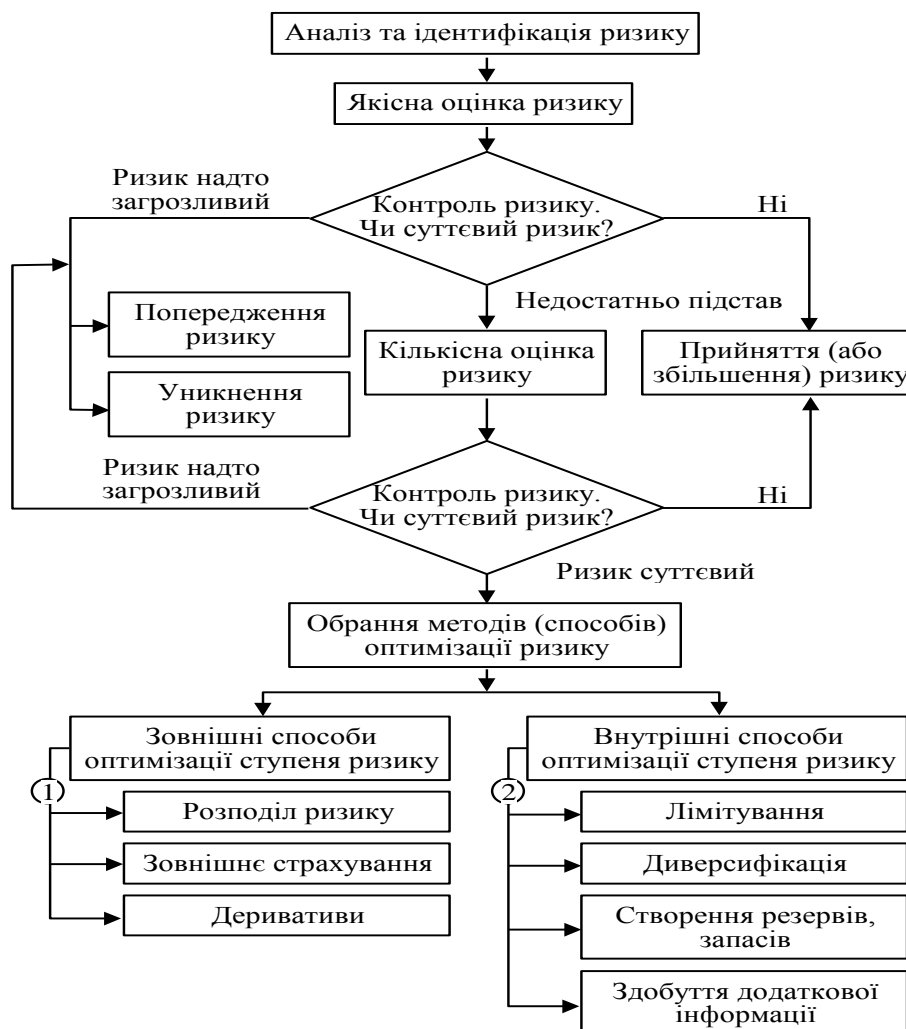


Рис. 6.1. Узагальнена блок-схема процесу управління ризиком

* уникнення;

- * попередження;
- * прийняття (збереження чи навіть збільшення);
- * зниження ступеня ризику (оптимізація).

Розглянемо ці засоби.

Уникнення ризику означає просте ухилення від певного заходу, обтяженого надмірним (катастрофічним) ризиком. Однак уникнення ризику для менеджера (інвестора) нерідко означає відмову від прибутку, а це пов'язане з ризиком невикористаних можливостей.

Попередження ризику – це досить ефективний засіб, який однак лише в окремих випадках дає змогу зменшити (уникнути) ризик в менеджменті.

Прийняття (збереження чи збільшення) ступеня ризику – це залишення ризику за менеджером (інвестором), тобто на його відповідальність. Вкладаючи засоби в певну справу, менеджер має бути впевненим, що є можливості покриття можливих збитків або ж що вони йому не загрожують.

Зниження ступеня ризику може здійснюватись або шляхом його передачі, тобто *зовнішніми засобами*, або за допомогою внутрішніх ресурсів (самострахування), розподілу фінансових, матеріальних коштів з урахуванням принципів лімітування, диверсифікації, тобто *внутрішніми засобами*. До внутрішніх засобів зниження ризику відносять також здобуття додаткової інформації.

4. Програма управління ризиками на підприємстві.

Ефективне управління на рівні підприємства є необхідною складовою його успішної діяльності. Для зниження можливих втрат, пов'язаних з економічним ризиком, підприємство повинне оцінити можливі збитки, вирішити, які види ризиків і в якому обсязі брати на себе, а відповідальність за які передавати іншим суб'єктам (контрагентам, партнерам тощо).

Для управління прийнятими ризиками підприємство має розробити програму, основною метою якої є зниження можливих втрат підприємства.

Програма управління ризиком — комплексний документ, що відображає процес розробки або коригування загальних процедур управління ризиком на підприємстві.

Розроблення такої програми відбувається у дві стадії.

Попередня стадія розроблення програми управління ризиками (ПУР) — це ознайомлення з довідковою та поточною інформацією, що безпосередньо стосується проблеми. Це дає змогу прийняти необхідні рішення перед основною стадією та приступити до безпосередньої розробки ПУР.

Процедура попередньої стадії розроблення та коригування ПУР, крім ознайомлення з необхідною довідковою та поточною інформацією, повинна передбачати такі етапи:

- формування та коригування цілей і задач ПУР;
- відбір та формування принципів управління ризиками, які будуть враховуватись при розробленні (або коригуванні) ПУР;
- ознайомлення з довідковою інформацією щодо втрат та її уточнення;
- виявлення та оцінювання ризиків на рівні підприємства;
- виявлення та уточнення можливих втрат;
- аналіз довідкової інформації щодо процедур управління ризиками;
- аналізування довідкової інформації щодо конкретних можливих методів управління ризиками.

Основна стадія розроблення ПУР охоплює ознайомлення з інформацією про ризики, від яких підприємство відмовилось на етапі попереднього відбору, складання плану проведення превентивних заходів і перелік усіх ризиків та методів управління ними. ПУР повинна містити інформацію про основні характеристики ризиків та максимально можливі, найімовірніші та очікувані збитки, вказані з урахуванням ПУР.

Розроблення ПУР передбачає виконання таких етапів:

- уточнення стратегії підприємства по управлінню ризиками і вибір процедур управління;

- попередній відбір ризиків;
- визначення превентивних заходів та формування плану превентивних заходів;
- аналіз ризиків після розроблення плану превентивних заходів;
- остаточне формування ПУР;
- контролювання і уточнення ПУР;
- оцінювання ефективності ПУР.

Успішного функціонування підприємства в умовах ризику можна досягти, забезпечивши виявлення можливих економічних ризиків і зниження фінансових втрат, пов'язаних з ними. Головну мету та задачі ПУР необхідно конкретизувати на рівні окремих підрозділів, напрямів діяльності і підприємства в цілому. Наприклад, знизити фінансові втрати, спричинені економічним ризиком, можна у такі способи:

- усунути наявні ризики;
- попередити можливі ризики;
- безпосередньо попередити можливі втрати;
- опосередковано попередити можливі втрати (через управління факторами ризику);
- компенсувати наявні втрати.

Відбір основних принципів управління ризиками, на яких ґрунтуватиметься ПУР, зумовлюється стратегією діяльності і розвитку організації. Так, якщо організація орієнтується на забезпечення фінансової стабільності, менеджер може керуватися принципом орієнтації організації на передавання усіх ризиків зовнішньому середовищу. Якщо стратегією підприємства є завоювання ринку, то відповідно обиратимуться такі методи управління ризиками, які її забезпечуватимуть, наприклад принцип утримання всіх або більшості ризиків на рівні власного підприємства (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Принципи управління ризиками і стратегія підприємства

Стратегії підприємства	Можливі принципи управління ризиками, обумовлені вибраним варіантом стратегії
Завоювання нового ринкового сегмента	<ul style="list-style-type: none"> — готовність до самостійного покриття можливих збитків; — передавання частини ризиків, які зумовлені завоюванням нового ринкового сегмента; — передавання всіх ризиків, які зумовлені завоюванням нового ринкового сегмента; — відмова від нового ринкового сегмента при певному розмірі збитків.
Збереження на ринку стійкого фінансового положення підприємства	<ul style="list-style-type: none"> — передавання частини ризиків, які можуть негативно вплинути на фінансову стійкість підприємства; — передавання всіх ризиків, які можуть негативно вплинути на фінансову стійкість підприємства; — відмова від тих видів діяльності, які можуть негативно вплинути на фінансову стійкість.

Розглянуті стратегії і принципи відображають екстремальні ситуації та характеризуються надмірною обережністю та надмірним ризиком. Реальні принципи управління ризиками повинні відображати помірковану стратегію підприємства, яка з великою імовірністю забезпечує фінансову стійкість за рахунок виваженого управління ризиками. Така стратегія може бути спрямована, наприклад, на розвиток бізнесу, забезпечення ефективності діяльності підприємства, його саморозвитку (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Вплив стратегії підприємства по управлінню ризиками на вибір процедур управління ними

Стратегія	Пріоритетні процедури управління ризиком	Примітка
1. Обережна	Відмова від ризику або його передавання	Граничні значення втрат, що передбачають відмову від ризиків і їх передавання, є незначними:

2. Виважена	Прийняття ризику, його передавання або відмова від ризику	Застосування всіх процедур управління ризиками є рівнозначним. Граничні значення втрат для кожного варіанта є не надто жорсткими й невисокими. Їх розмір встановлюють з урахуванням інших додаткових факторів (наприклад, фактора реальних можливостей підприємства протягом певного терміну)
3. Ризикована	Прийняття ризику на себе або його передавання	Граничні значення втрат, що передбачають прийняття ризиків на себе і їх передавання, є достатньо високими

Граничними значеннями критеріальних показників при виборі програми управління ризиками є:

- максимальна імовірність реалізації ризиків, які підприємство може прийняти на себе;
- максимально можливі втрати, які підприємство може прийняти на себе за рахунок поточного доходу або за рахунок коштів спеціально створеного фонду;
- максимальна межа значення імовірності реалізації ризику, при перевищенні якої підприємство відмовляється від відповідного ризику;
- максимально можливі втрати, при перевищенні яких підприємство відмовляється від ризику;
- фактична (розрахункова) імовірність реалізації ризиків;
- фактична (розрахункова) величина можливих втрат, які підприємство має прийняти на себе за рахунок поточного доходу або за рахунок коштів спеціально створеного фонду.

Очікуваний ефект від реалізації ПУР можна також визначати за показниками максимально можливих втрат до і після здійснення відповідних заходів. Недолік такої оцінки полягає в тому, що вона не враховує величини затрат на реалізацію ПУР. Мінімальність можливих втрат після здійснення заходів з подолання ризику, тобто зменшення їх порівняно з початковою величиною (до проведення заходів), може бути забезпечена різними

розмірами інвестицій. Цей фактор обов'язково треба враховувати при виборі оптимальних варіантів антиризикових заходів.

Існують такі *способи оцінки ефективності ПУР*.

Перший спосіб ґрунтується на зіставленні значень максимально можливих, найімовірніших та очікуваних збитків до і після впровадження ПУР з фінансовими можливостями підприємства. Коефіцієнти фінансових можливостей підприємства щодо покриття різноманітних збитків організації перед впровадженням ПУР розраховують за допомогою формул:

$$K_n = \frac{B_n - \Phi M}{\Phi M},$$
$$K_{\max} = \frac{B_{\max} - \Phi M}{\Phi M},$$
$$K_o = \frac{B_o - \Phi M}{\Phi M},$$

де B_n , B_{\max} , B_o — відповідно найімовірніший, максимальний та очікуваний збиток (втрати); ΦM — фінансові можливості організації щодо покриття збитків.

Коефіцієнти фінансових можливостей підприємства щодо покриття різноманітних збитків організації після впровадження ПУР розраховують за допомогою формул:

$$K'_n = \frac{B'_n + Z_{ПУР} - \Phi M}{\Phi M},$$
$$K'_{\max} = \frac{B'_{\max} + Z_{ПУР} - \Phi M}{\Phi M},$$
$$K'_o = \frac{B'_o + Z_{ПУР} - \Phi M}{\Phi M},$$

де B'_n , B'_{\max} , B'_o — відповідно найімовірніший, максимальний та очікуваний збиток (втрати) після впровадження ПУР; $Z_{ПУР}$ — витрати з розробки та впровадження програми управління ризиками.

Другий спосіб. Порівняння та аналіз отриманих значень коефіцієнтів для ситуацій до і після впровадження ПУР дає змогу опосередковано оцінити ефективність та доцільність розроблення і впровадження програми. Чим

більше відрізняються значення цих коефіцієнтів, тим вища ефективність впровадження ПУР на підприємстві.

$$K_n^{nop} = \frac{B_n - B_{ПУР}}{B_n},$$

$$K_{max}^{nop} = \frac{B_{max} - B_{ПУР}}{B_{max}},$$

$$K_o^{nop} = \frac{B_o - B_{ПУР}}{B_o},$$

Ці коефіцієнти показують, яка частка зниження певного виду ризику зумовлена впровадженням ПУР. Чим вона більша, тим ефективніша ПУР на підприємстві.

Тема 7. Основні способи та методи зниження ризику

1. Засоби впливу на ризик. Реалізація прийомів зниження ступеня ризику.

Вибір методів керування ризиком (впливу на ризик) має на меті мінімізувати можливий збиток у майбутньому. Це здійснюється вибором раціонального способу зменшення ризику із декількох (див. рис. 7.1).

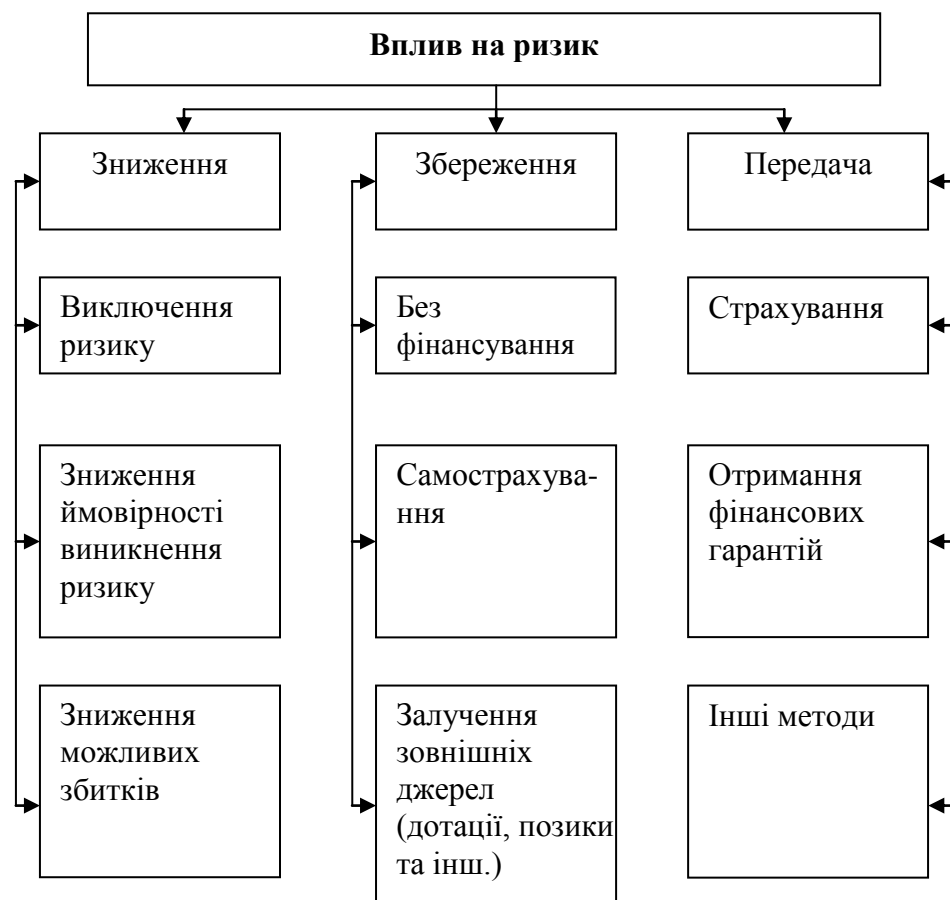


Рис. 7.1. Вплив на ризик

Зниження ризику передбачає зменшення розмірів можливого збитку імовірності чи настання несприятливих подій.

Збереження ризику - найчастіше відмова від дій, спрямованих на компенсацію збитку, чи його компенсація з якихось спеціальних джерел (фонд ризику, фонд самострахування, кредити та інш.).

Це може бути, наприклад, залишення ризику за інвестором, тобто на його відповідальності. Так, інвестор, вкладаючи венчурний капітал, заздалегідь упевнений, що він може за рахунок власних коштів покрити можливу втрату венчурного капіталу.

Передача ризику — передача відповідальності за нього третім особам (часто за винагороду) при збереженні існуючого рівня ризику.

Це означає, що підприємець передає відповідальність за ризик комусь іншому, наприклад, страховій компанії. У цьому випадку передача ризику здійснюється шляхом страхування ризику.

Наступним етапом є безпосереднє використання прийомів зниження ступеня ризику.

До прийомів зниження ступеня ризику відносять:

- уникнення ризику;
- прийняття ризику;
- запобігання ризику;
- зниження ризику.

Уникнення ризику означає відмову від реалізації заходу (проекту), зв'язаного з ризиком.

Таке рішення приймається у випадку невідповідності зазначеним вище принципам керування ризиками.

Наприклад, рівень можливих утрат, а також додаткові затрати, пов'язані зі зменшенням ризику чи передачею ризику іншій особі, неприйнятні для підприємця; рівень можливих утрат значно перевищує очікувану віддачу (прибуток) і т.п. Уникнення ризику є найбільш простим і радикальним напрямком у системі керування ризиком. Воно дозволяє цілком уникнути можливих втрат і непевності. Разом з тим, як правило, уникнення ризику означає для підприємця відмову від прибутку. Тому при

необґрунтованій відмові від заходу (проекту), пов'язаного з ризиком, мають місце втрати від невикористаних можливостей.

Прийняття ризику — залишення всього ризику чи його частини на відповідальності підприємця.

У цьому випадку приймається рішення про покриття можливих утрат класними засобами.

Запобігання ризику означає просте відхилення від заходів, пов'язаного з ризиком.

Однак запобігання ризику для особи, що приймає рішення, найчастіше означає відмову від прибутку.

Зниження ризику — це скорочення імовірності обсягу втрат.

Для зниження ступеня ризику застосовуються різні прийоми. Найбільш розповсюдженими є:

- профілактика господарських ризиків;
- диверсифікація;
- лімітування;
- самострахування:
- страхування:
- страхування від валютних ризиків;
- хеджування;
- одержання додаткової інформації про вибір і результати;
- одержання контролю над діяльністю в пов'язаних галузях;
- облік і оцінка частини використання специфічних фондів компанії в її загальних фондах та ін.

2. Профілактика ризиків, як спосіб зниження ризику на підприємстві.

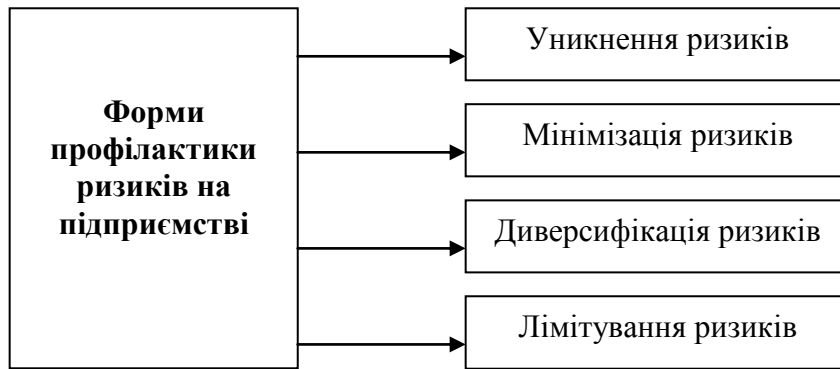


Рис. 7.2. Основні форми профілактики ризиків

У системі заходів для керування ризиками на підприємстві основна ролі, належить їх профілактиці.

Група заходів для профілактики ризиків покликана забезпечити зниження імовірності їх виникнення.

У системі ризик-менеджменту використовуються звичайно такі форми профілактики ризиків (див. рис. 7.2).

Уникнення ризиків є найефективніший спосіб їхньої профілактики. Воно полягає в розробці таких заходів, що цілком виключають конкретний вид підприємницького ризику.

До таких основних заходів відносяться наступні.

1. *Відмова від здійснення господарських операцій*, коли рівень ризику надмірно високий і не відповідає критеріям фінансової політики підприємства. Незважаючи на високу ефективність цього заходу, її використання носить обмежений характер, тому що більшість господарських операцій пов'язано зі здійсненням прямої торгово-виробничої діяльності підприємства, що забезпечує регулярне надходження доходів і формування його прибутку;
2. *Зниження частини позикових засобів у господарському обороті*. Відмова від надмірного використання позикового капіталу дає можливість уникнути одного з найбільш важливих господарських ризиків — втрати фінансової стійкості підприємства та ін. ризиків.

Диверсифікація – це процес розподілу капіталу між різними об'єктами вкладення, що безпосередньо не пов'язані між собою.

Диверсифікація дозволяє уникнути частини ризику при розподілі капіталу між різноманітними видами діяльності. Наприклад, придбання інвестором акцій п'яти різних акціонерних товариств замість акцій одного товариства збільшує імовірність одержання ним середнього доходу в п'ять разів і, відповідно, в п'ять разів знижує ступінь ризику. Диверсифікація є найбільш обґрунтованим і відповідно менш витратним способом зниження ступеня фінансового ризику.

Можна розглядати диверсифікацію як розсіювання інвестиційного ризику. Однак вона не може звести інвестиційний ризик до нуля. Це пояснюється тим, що на підприємництво та інвестиційну діяльність суб'єкта, який господарює, впливають зовнішні фактори, не пов'язані з вибором конкретних об'єктів вкладення капіталу, і, отже, на них не впливає диверсифікація.

Як напрямки диверсифікації ризиків можуть бути використані:

а) диверсифікація *різних видів діяльності*, яка передбачає використання альтернативних можливостей одержання доходу і прибутку від різних видів господарських операцій;

б) диверсифікація *постачальників товарів*, яка, наприклад, передбачає забезпечення розмаїтості комерційних партнерів з постачання на підприємство основних груп товарів;

в) диверсифікація *асортименту продукції*, що випускається;

г) диверсифікація *портфеля цінних паперів*, яка передбачає розмаїтість цього портфеля по окремих видах і емітентах цінних паперів (не змінюючи при цьому критеріальних цілей формування цього портфеля);

д) диверсифікація *депозитного портфеля*, яка передбачає розміщення великих сум тимчасово вільних грошових активів підприємства на депозитне зберігання в декількох банках (незмінюючи при цьому істотно умови їх розміщення).

Лімітування — це встановлення ліміту, тобто граничних сум затрат, продажі, кредиту і т.п. По цих видах діяльності і господарських операцій, що можуть постійно виходити за встановлені межі припустимого ризику, цей ризик лімітується шляхом установлення відповідних економічних і фінансових нормативів. Система таких нормативів що забезпечують лімітування економічних ризиків, може включати:

а) максимальний обсяг *комерційної операції* по закупівлі товарів, що укладається з одним контрагентом;

б) максимальний розмір *сукупних запасів* товарів на підприємстві (запасів поточного поповнення, сезонного збереження, цільового призначення);

в) максимальний розмір *споживчого кредиту*, наданого одному покупцю (у рамках диференційованих груп чи покупців груп товарів);

г) мінімальний розмір *оборотних активів у високоліквідній формі* (з виділенням їхньої суми у вигляді готових засобів платежу);

д) граничний розмір *використання позикових коштів в обороті* (чи їхня питома вага в загальній сумі використовуюваного капіталу);

є) максимальний розмір *депозитного внеску*, розміщеного в одному комерційному банку, та інші.

Отже, лімітування є важливим прийомом зниження ступеня ризику і застосовується банками при видачі позичок, при виведенні договору па овердрафт і т.п. Також лімітування застосовується при продажу товарів у кредит, наданні позик, визначенні сум вкладення капіталу і т.п.

3. Організаційні методи зниження ступеня ризику.

Система профілактики економічних ризиків, знижуючи імовірність їхнього виникнення, проте не може нейтралізувати всі пов'язані з ними негативні фінансові наслідки. Частково цю роль може взяти на себе *внутрішнє страхування ризиків (самострахування)*, здійснюване в рамках самого підприємства.

Самострахування означає, що підприємець швидше підстрахується сам, аніж купить страховку в страховій компанії. Тим самим він заощаджує на затратах капіталу по страхуванню.

Основне завдання самострахування полягає в оперативному подоланні тимчасових утруднень фінансово-комерційної діяльності. У процесі самострахування створюються різні *резервні та страхові фонди*. Ці фонди в залежності від мети призначення можуть створюватися в натуральній чи грошовій формі.

Резервні грошові фонди створюються насамперед на випадок покриття непередбачених затрат, кредиторської заборгованості і т.п. Створення їх є обов'язковим для акціонерних товариств.

Підприємці і громадяни для страхового захисту своїх майнових інтересів можуть створювати товариства взаємного страхування.

Самострахування — група заходів для внутрішнього страхування ризиків, покликана забезпечити нейтралізацію їх негативних фінансових наслідків у процесі розвитку підприємства.

У ризику-менеджменті використовуються звичайно форми внутрішнього страхування ризиків:

1. Забезпечення компенсації можливих фінансових втрат за рахунок відповідної *«премії за ризик»* полягає у вимозі від контрагентів додаткового доходу по ризикованих операціях вище того рівня, що можуть забезпечити безризикові операції. Цей додатковий дохід повинен зростати пропорційно збільшенню рівня ризику.

2. Забезпечення компенсації можливих фінансових втрат за рахунок системи *штрафних санкцій* є однією з найбільш розповсюджених форм внутрішнього страхування ризиків. Воно передбачає розрахунок і включення в умови контрактів необхідних рівнів штрафів, пені, неустойок та інших форм фінансових санкцій у випадку порушення контрагентами своїх зобов'язань. Рівень штрафних санкцій повинен повною мірою компенсувати фінансові втрати підприємства у зв'язку з неотриманням доходу, інфляцією,

зниженням майбутньої вартості грошей та інших негативних наслідків господарських ризиків.

3. Забезпечення подолання негативних фінансових наслідків за рахунок попереднього *резервування* частини фінансових засобів дозволяє забезпечити внутрішнє страхування господарських ризиків по тих операціях підприємства, по яких відшкодування негативних наслідків не може бути покладене на контрагентів.

Хеджування як метод зниження ступеня ризику Здійснення операцій «хеджування» дозволяє, уникнути цінового й інфляційного ризиків при здійсненні підприємством угод на товарних чи фондових біржах.

Принцип операції «хеджування» полягає в тому, що, купуючи товар (цінні папери) з постачанням у майбутньому періоді, підприємство одночасно здійснює продаж ф'ючерських контрактів на аналогічну кількість товарів (цінних паперів). Якщо воно понесе фінансові втрати через зміну ринкових (біржових) цін як покупець реального товару (конкретних видів цінних паперів), то воно одержить вигреш у таких же розмірах, як продавець ф'ючерських контрактів на нього.

Хеджування в стратегії керування ризиком — це процес зменшення ризику можливих втрат. Компанія може прийняти рішення хеджувати усі ризики, не хеджувати нічого або хеджувати що-небудь вибірково. Вона також може спекулювати — свідомо чи ні.

Хеджування всіх ризиків — єдиний спосіб їх повністю уникнути. Однак фінансові директори багатьох компаній віддають перевагу вибірково хеджуванню. Якщо вони вважають, що курси валют чи процентні ставки зміняться несприятливо для них, то вони хеджують ризик, а якщо рух буде на їх користь — залишають ризик непокритим. Це і є, по суті, спекуляція.

Одним з недоліків загального хеджування є досить істотні сумарні витрати на комісійні брокерам і премії опціонів. Вибіркове хеджування можна розглядати як один зі способів зниження загальних витрат. Інший спосіб — страхувати ризики тільки після того, як курси або ставки змінилися

до певного рівня. Можна вважати, що в якомусь ступені компанія може витримати.

Придбання додаткової інформації про вибір і результати як метод зниження, ступеня ризику

Інформація відіграє важливу роль у ризику-менеджменті. Підприємцю часто доводиться приймати ризиковані рішення, коли результати вкладення капіталу невідомі і засновані на неповній інформації. Якби в нього була повніша інформація, то він міг би зробити точніший прогноз і знизити ризик. Це робить інформацію товаром, причому дуже цінним. Підприємець готовий заплатити за повну інформацію.

Вартість повної інформації розраховується як різниця між очікуваною вартістю якого-небудь вкладення капіталу, якщо є повна інформація, і очікуваною вартістю, якщо інформація неповна.

4. Економічні методи зниження ризику.

Можна сказати, що найважливішим і найрозповсюдженішим прийомом зниження ступеня ризику є страхування ризику, оскільки найсерйозніші економічні ризики страхуються за допомогою зовнішнього страхування.

Страховий захист таких ризиків забезпечують спеціальні страхові компанії (страхувальники), що залучають кошти страхувальників і використовують їх для відшкодування понесених ними збитків при виникненні обумовлення обставин.

Сутність страхування виражається в тому, що інвестор готовий відмовитися від частини своїх доходів, аби уникнути ризику, тобто він готовий заплатити за зведення ступеня ризику до нуля.

Тепер з'явилися нові види страхування, наприклад, страхування титулу, страхування підприємницьких ризиків та ін.

Титул — законне право власності на нерухомість, що має документальну юридичну сторону. Страхування титулу — це страхування

від подій, що відбулися в минулому, наслідки яких можуть відбитися в майбутньому.

Воно дозволяє покупцям нерухомості розраховувати на відшкодування понесених збитків у випадку розриву судом договору купівлі-продажу нерухомості.

За договором майнового страхування може бути застрахований ризик збитків від підприємницької діяльності через порушення своїх зобов'язань контрагентами чи підприємцями, зміни умов цієї діяльності з не залежних від підприємця обставин, у тому числі ризик неотримання очікуваних доходів. Адже часто підприємницький ризик розглядають як ризик неотримання очікуваних доходів від підприємницької діяльності. За договором страхування підприємницького ризику може бути застрахований підприємницький ризик тільки самого страхувальника і тільки на його користь, тобто не можна укласти такий договір на користь третьої особи. Страхова сума не повинна перевищувати страхову вартість підприємницького ризику.

Страховою вартістю підприємницького ризику є сума збитків від підприємницької діяльності, які страхувальник поніс би при настанні страхового випадку. Тому в процесі керування ризиками підприємства, пов'язаними з їхнім зовнішнім страхуванням, основна увага повинна бути приділена узгодженню розміру страхових платежів. Цей розмір визначається такими факторами:

- a. розміром страхової суми, що відшкодовується.
- b. загальним періодом страхування,
- c. страховими тарифами (при добровільному страхуванні ці тарифи розробляє страхова компанія).

У страховому договорі повинен бути погоджений також розмір франшизи (мінімальної некомпенсованої страхувальником частини збитку, понесеного страхувальником).

Широке використання різноманітних форм профілактики і страхування господарських ризиків дозволяє істотно знизити розмір можливих фінансових утрат підприємства в умовах нестабільної економіки і частоті зміни кон'юнктури ринку.

5. Комбінація методів зниження ступеня ризику на основі таблиць рішень.

Приймаючи рішення щодо обрання способу управління ризиком, слід враховувати насамперед можливий рівень збитків та ймовірність реалізації певного типу ризику (див. табл. 7.1). Класифікуючи ризики на основі ймовірності їх реалізації та обсягів можливих збитків, можна виділити таких 2 граничних типи:

- 1) ризики, які спричиняють окремі незначні збитки, що мають тенденцію повторюватися ($p_i \rightarrow 1$);
- 2) ризики, наслідком яких є катастрофічні за обсягом збитки, ймовірність реалізації яких незначна.

Таблиця 7.1.

Таблиця рішень

Градація ймовірностей Рівня збитків (грн.)	Близька до нуля	Низька	Невелика	Середня	Велика	Близька до одиниці
Незначні (від 0 до A_1)	Прийняття ризику				Прийняття ризику чи створення резервів (запасів)	
Малі (від A_1 до A_2)	Створення резервів, запасів					
Помірквані (від A_2 до A_3)	Створення резервів, запасів		Зовнішнє страхування чи (і) розподіл ризику		Уникнення ризику	
Середні (від A_3 до A_4)	Зовнішнє страхування чи (і) розподіл ризику				Уникнення ризику	
Великі (від A_4 до A_5)	Зовнішнє страхування чи розподіл ризику			Уникнення ризику		
Катастрофічні ($>A_5$)	Зовнішнє страхування чи (та) розподіл ризику		Уникнення ризику			

Якщо в першому випадку доцільне прийняття ризику з його оптимізуванням шляхом створення резервів коштів, то другий випадок є класичним прикладом ризику, який доцільно передавати страховику (в окремих випадках доцільно застосовувати розподіл ризику).

Більшість ризиків, які загрожують економічній діяльності, є проміжними варіантами порівняно з наведеними вище.

Природно, що кожна компанія може прийняти свою градацію рівнів збитків та ймовірностей збитків на підставі досліджень та експертних оцінок і будувати свою таблицю рішень. Підкреслимо, що в реальному житті доцільно використовувати поєднання окремих способів зниження ризику, комбінуючи зовнішні та внутрішні методи оптимізації ризику.

Тема 8. Вартість, час та ризик

1. Вартість та час.

При інвестуванні важливу роль відіграє час, протягом якого будуть отримані сподівані доходи. Якщо можливий вибір з кількох варіантів з рівними за обсягом доходами, то вибирають той, який забезпечує найбільш швидке їх отримання. Пізніше в часі отримання цих доходів пов'язане з так званими *втраченими можливостями*. Чим більшими будуть обсяги втрачених можливостей, тим ціннішими є ті інвестиції, які раніше приносять дохід. Зв'язок між коштами втрачених можливостей та розподілом в часі доходів є проблемою *вартості грошей в часі*.

Процеси прийняття інвестиційних рішень, вкладення коштів в цінні папери повинні спиратися на обчислення, у яких виступає *чинник часу*.

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. А власне, — 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:

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

або ж

$$PV = \frac{FV_t}{(1 + R)^t} \quad (2)$$

У першому з них *коефіцієнт $(1 + R)^t$ є складним відсотком*, у другому *множник $1/(1 + R)^t$ — коефіцієнт дисконтування*.

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 (облікова) 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».

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_{Π} і ризику портфеля β (як міра (ступінь) ризику ПЦП тут приймається коефіцієнт бета β).

У системі координат « $\beta - m_{\Pi}$ » кожному ПЦП (рис. 10.1) відповідає точка на площині. Розглянемо три ПЦП: $F(0; m_F)$; $M(1; m_M)$ та $X(\beta; m)$, $0 < \beta < 1$.

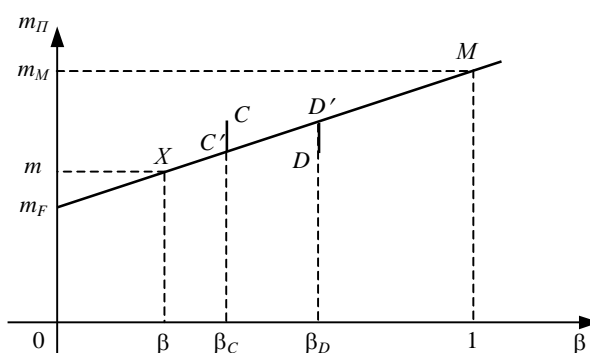


Рис. 10.1. Модель рівноваги ринку капіталів

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, легко отримати рівняння прямої FM :

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

Встановимо роль, що її відіграє лінія ринку капіталів FM при аналізі різних ПЦП.

Якщо точка $X (\beta; m)$ буде пересуватись вздовж прямої FM від точки F до точки M , то збільшенню величини m відповідатиме збільшення β , тобто за збільшення сподіваної норми прибутку слід розплачуватись збільшенням ступеня ризику ПЦП.

На рис. 10.1 зображено також два інших портфелі, яким відповідають точки $C (\beta_C; m_C)$ та $D (\beta_D; m_D)$, що не лежать на лінії ринку капіталів. Портфель $C (\beta_C; m_C)$, розташований над лінією FM , є більш цікавим для інвестора, ніж портфель $C' (\beta_C; m_{C'})$, оскільки обидва вони обтяжені ризиком β_C , але при цьому сподівана норма прибутку $m_C > m_{C'}$. Ця ситуація приводить до збільшення (зростання) попиту на портфель $C (\beta_C; m_C)$, зростання його ціни, а в зв'язку з цим — до зменшення сподіваної норми прибутку. В результаті він перетвориться на портфель $C' (\beta_C; m_{C'})$, тобто переміститься на лінію ринку капіталів.

У свою чергу, портфелью $D (\beta_D; m_D)$, розташованому під лінією FM , відповідає нижча сподівана норма прибутку, ніж у портфеля $D' (\beta_D; m_{D'})$ ($m_D < m_{D'}$) з таким же значенням коефіцієнта бета β_D . Такий портфель $D (\beta_D; m_D)$ не дуже цікавий інвесторам, через це дехто з тих, хто його посідає, буде старатися його продати. Це призведе до зниження його ціни, а в зв'язку з цим до зростання сподіваної норми прибутку. В результаті він перетвориться в портфель $D' (\beta_D; m_{D'})$ і розташується на прямій FM .

Подані вище міркування вказують на основні принципи щодо формування рівноваги на ринку ЦП, зокрема і на ринку капіталів в цілому. Портфелі C і D є мовби перехідними (короткотривалими), коли після певного терміну ринок повертається до стану рівноваги. Ця рівновага може бути подана прямою FM — лінією ринку капіталів.

Лінія ринку капіталів вказує на залежність сподіваної норми прибутку звичайної акції від коефіцієнта бета цієї акції для ринку ЦП, що знаходиться в рівновазі.

Ця лінійна залежність означає, що в міру зростання коефіцієнта бета сподівана норма прибутку росте пропорційно.

Якщо рівняння лінії ринку капіталів записати у вигляді

$$m - m_F = \beta \cdot (m_M - m_F),$$

то ліва частина цього рівняння є надбавкою до сподіваної норми прибутку акції по відношенню до норми прибутку ЦП, не обтяженого ризиком. Вираз в дужках у правій частині рівняння є надбавкою до сподіваної норми прибутку ринкового портфеля над нормою прибутку ЦП, що позбавлений ризику. Тобто *лінія ринку відображає пропорційну залежність надбавки норми прибутку акції від надбавки ринкової норми прибутку (ринкового портфеля)*, причому обидві надбавки обчислюються з урахуванням норми прибутку, позбавленого ризику. Коефіцієнтом пропорційності є коефіцієнт бета. Це означає, що чим вище значення приймає бета, тим більшою є надбавка до сподіваної норми прибутку стосовно до надбавки сподіваної норми прибутку ринкового портфеля.

Нехай лінію ринку ЦП подано таким рівнянням:

$$m = 6,2 + 5,8 \cdot \beta.$$

Необхідно обчислити сподівані норми прибутку для чотирьох різних ЦП, позначених номерами від 1 до 4, для яких коефіцієнти бета відповідно дорівнюють:

$$\beta_1 = 0; \beta_2 = 1,0; \beta_3 = 0,6; \beta_4 = 1,5.$$

Розв'язання. Підставляючи значення β в рівняння лінії ринку ЦП, одержимо значення сподіваних норм прибутку для акцій:

$m_1 = 6,2\%$ — сподівана норма прибутку акції, не обтяженої ризиком;

$m_2 = 12\%$ — сподівана норма прибутку акції, що відповідає ринковому портфелю;

$m_3 = 9,68\%$ — сподівана норма прибутку консервативної акції;

$m_4 = 14,9\%$ — сподівана норма прибутку агресивної акції.

2. Вплив ризику та інфляції на норму 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 кредиторіві за позичку, тобто за одержані грошові фонди.

Норма відсотка є одним з найважливіших параметрів ринкової економіки. Найбільш суттєво на рівень норми відсотка (норми дисконту) впливають такі чинники, як інфляція і ризик.

Інфляція, інфляційний ризик і норма відсотка

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

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

Реальна норма відсотка може трактуватись як чинник, що впливає на величину пропорції заощаджень та на розміри попиту, як певний параметр, величина якого визначається співвідношенням між пропозицією та попитом на заощадження. Так, збільшення норми відсотка стимулює до зменшення заощаджень (зменшує пропозицію) і водночас стимулює кредит (збільшує попит). З другого боку, зростання попиту на заощадження є чинником, що стимулює зростання норми відсотка. Спад попиту є чинником, що її зменшує. У зворотному напрямі діє зростання пропозиції заощаджень: воно приводить до зниження норми відсотка.

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

Зазначимо, 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 (темрів) інфляції та відповідної норми відсотка. Кредитор може домагатися додаткової премії за ризик інфляції. Враховуючи це, можна стверджувати, 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).

Необхідно підкреслити, що величина інфляційної премії залежить від інфляційних сподівань, а не від реальної норми інфляції, яка має місце в даний час в економіці. Існуюча норма інфляції також значною мірою залежна від інфляційних сподівань.

Ризик та норма відсотка

Інвестування грошових засобів в інструменти ринку капіталу (цінні папери) завжди обтяжене певним ризиком. Спричиняється цей ризик в основному тим, що дохід від придбаного ЦП надійде лише в майбутньому. А оскільки стан економіки у майбутньому точно передбачити неможливо, то і сплачувані у майбутньому доходи (у формі дивідендів тощо) також не є детермінованими величинами. Завжди існує ймовірність чи сподівання, що очікувані (сподівані) величини доходів можуть на практиці не підтвердитися.

Численні дослідження свідчать про те, що ризиком обтяжені усі види ЦП (інвестицій): як ті, що дають статус власника (акції), так і ті, що підтверджують існування стосунків кредиту (облігації). Обмежуючись лише трьома основними групами ЦП — звичайними акціями, облігаціями підприємств і державними облігаціями — можна стверджувати, що найбільш

ризикованим видом заощаджень є акції. Ризик для власника акції виникає перш за все тому, що його доходи залежать від величини прибутків підприємств, котрі мають випадкові коливання, які не можна передбачити цілком достовірно.

Ризик власника облігації певного підприємства дещо менший, ніж ризик, яким обтяжений власник акції. Величина доходу від облігації обумовлена в момент її купівлі. В цьому випадку ризик пов'язаний передусім із небезпекою можливого банкрутства емітента, що веде до втрати капіталу, вкладеного у цей вид цінних паперів.

Найменш ризикованою формою вкладення заощаджень є купівля державних цінних паперів. Власник цих облігацій знає не лише, який (сталий) дохід він одержуватиме, але і впевнений в тому, що не втратить інвестованого на їх купівлю капіталу. Тобто ризик, пов'язаний з даним видом ЦП, є близьким до нуля. Але і тут існує ризик, пов'язаний з тим, що з часом зростатиме середній рівень норми відсотка, а це призведе до того, що куплені раніше державні облігації, провідсотковані відповідно зі «старим рівнем» норми відсотка, будуть відносно менш прибутковими, ніж нові, випущені пізніше. В цьому відношенні короткотермінові державні ЦП є менш ризикованими, ніж довготермінові.

Суб'єкти ринку капіталів характеризуються різними пріоритетами і схильністю щодо ризику. Досить широко розповсюджена комерційна діяльність дає підстави вважати, що багато осіб схильні брати участь у починаннях із досить невизначеними результатами щодо рівня прибутку. Великий інтерес до державних ЦП свідчить, у свою чергу, що значний відсоток осіб взамін на ЦП, що мають високу норму сподіваних доходів, але обтяжені високим ступенем ризику, готові обмежитися нижчим за нормою, але більш певним доходом (тобто доходом, реальна норма якого не буде істотно відрізнятися від сподіваного рівня). Оскільки пріоритети окремих суб'єктів прийняття рішень суттєво відрізняються, то в економічній

літературі поширена думка, що *усереднений інвестор є неохочим до ризику* (спадаюча гранична корисність).

З цього випливає, що такий 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.

Отже, можна стверджувати, зокрема, що серед різних доступних вкладень раціонально діючий інвестор обере ті, котрі:

- при заданому ступені ризику характеризуються вищою нормою сподіваного доходу;
- при заданій нормі сподіваного доходу характеризуються нижчим ступенем ризику.

Враховуючи викладене вище, 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.

Визначення складових, що входять до цієї формули, проводять різними способами.

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, що компенсує інфляційне знецінення грошей.

Обчислення номінальної норми відсотка R необхідно проводити за допомогою формули, яка була виведена І. Фішером. Одержати цю формулу можна з таких міркувань. 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. Отже, маємо формулу І. Фішера:

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

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 (8.4), 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:

$$R = R_{rF} + i + i \cdot R_{rF} + \beta \cdot (R_{rM} - R_{rF}) + \beta \cdot i \cdot (R_{rM} - R_{rF}). \quad (10.7)$$

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 промислово розвинутих країн з ринковою економікою.

Коли ж рівень інфляції значний, формула (10.8), яку широко публікують, дає неправильні (занижені) результати. У ряді підручників наводиться така формула:

$$R = R_{rF} + i + i \cdot R_{rF} + \beta \cdot (R_{rM} - R_{rF}). \quad (8.9)$$

Вона дає дещо кращі, але також занижені результати при високих темпах інфляції.

Інтервальний підхід

Розмірковуючи далі, можна стверджувати, що прогнозований темп інфляції — це лише точкова оцінка, середнє значення прогнозованої величини. Як відомо, при прогнозуванні, якими б методами ми не користувалися, правильнішим буде інтервальний підхід.

Отже, як про це йшлося вище, використовуючи в умовах невизначеності щодо реальних темпів інфляції відповідні методи прогнозування, одержимо як сподівану величину темпів інфляції i , так і надбавку (премію) Δi за *інфляційний ризик*.

Модифікуючи формулу І. Фішера (8.4), можна записати:

$$(1+R) = (1 + R_r) \cdot (1 + i + \Delta i).$$

Звідси одержимо:

$$R = R_r + i + i \cdot R_r + \Delta i + R_r \cdot \Delta i. \quad (8.10)$$

Тоді замість формули (8.7) одержимо *модифіковану формулу для розрахунків номінальної норми відсотка з урахуванням ризику інвестиційного відсотка інфляції*:

$$R = R_{rF} + i \cdot (1 + R_{rF}) + \Delta i \cdot (1 + R_{rF}) + \beta \cdot (R_{rM} - R_{rF}) + \beta \cdot i \cdot (R_{rM} - R_{rF}) + \beta \cdot \Delta i \cdot (R_{rM} - R_{rF}). \quad (8.11)$$

Складові формули (8.11) щодо розрахунків номінальної норми відсотка з урахуванням ризику можна трактувати так: R_{rF} — *реальна безпечна норма відсотка*, $i \cdot (1 + R_{rF})$ — *премія за інфляцію*, $\Delta i \cdot (R_{rM} - R_{rF})$ — *премія за*

інфляційний ризик, $\beta \cdot (R_{rM} - R_{rF})$ — премія за ризик інвестиційного проекту, $\beta \cdot i \cdot (R_{rM} - R_{rF})$ — синергетична премія за ризик інвестиційного проекту, $\beta \cdot \Delta i \cdot (R_{rM} - R_{rF})$ — синергетична премія за ризик інвестиційного проекту та інфляційний ризик.

Врахування ризику ліквідності

Як зазначалося у попередньому матеріалі, крім всього, у багатьох випадках при обчисленні норми відсотка необхідно враховувати також ризик ліквідності, яким обтяжені певні активи (об'єкти інвестування). За наявності такого ризику інвестор може вимагати додатковий дохід (прибуток) у вигляді премії за ліквідність R_l . Тобто замість формули (8.7) маємо:

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

Відповідно на величину R_l зміниться і вираз (8.11):

$$R = R_{rF} + i \cdot (1 + R_{rF}) + \Delta i \cdot (1 + R_{rF}) + \beta \cdot (R_{rM} - R_{rF}) + \beta \cdot i \cdot (R_{rM} - R_{rF}) + \beta \cdot \Delta i \cdot (R_{rM} - R_{rF}) + R_l. \quad (10.12)$$

3. Майбутня вартість.

Інвестування капіталу, зокрема в ЦП, є прийняттям рішення щодо майбутнього. Визначення ефективності прийнятого рішення пов'язане з дослідженням зміни вартості грошей у часі. Зробити це можна, спираючись на математичні методи обчислення складного відсотка і використовуючи формулу (8.1).

Згідно з (8.1) відсотки приєднуються до початкової бази (початкового капіталу), а тому база для визначення нарощеної суми постійно змінюється. Механізм нарощування грошей по складних відсотках називають *капіталізацією відсотка*.

Майбутня вартість — це вартість суми грошей, отримана в майбутньому шляхом застосування складного відсотка до початкової суми грошей.

Формула (8.1) показує, що майбутня вартість теперішньої суми грошей залежить від трьох чинників:

- початкової вартості (суми капіталу);
- тривалості інвестиційного періоду, протягом якого капітал приносить дохід (відсоток);
- величини норми відсотка.

Чим більший початковий капітал, тим більша майбутня вартість. Чим довший період інвестування, тим більша майбутня вартість. Чим більша норма відсотка, тим більша майбутня вартість.

Майбутня вартість виявляє сталий темп зростання капіталу в часі, причому цей темп дорівнює нормі відсотка. Рис. 8.2 показує залежність майбутньої вартості від тривалості періоду інвестування для різних значень величини норми відсотка за умови, що початковий капітал дорівнює одиниці.

Формулу (8.1) можна використати і в іншому ракурсі. Наприклад, для визначення періоду, за який початковий капітал, що дорівнює величині PV , зросте у K разів (при умові, що норма відсотка відома).

Це означає, що необхідно визначити тривалість періоду T , через який майбутня вартість $FV_T = K \cdot PV$.

Користуючись формулою (10.1), запишемо:

$$K \cdot PV = PV \cdot (1 + R)^T \Rightarrow K = (1 + R)^T.$$

Тоді

$$T = \frac{\ln K}{\ln(1 + R)}. \quad (8.13)$$

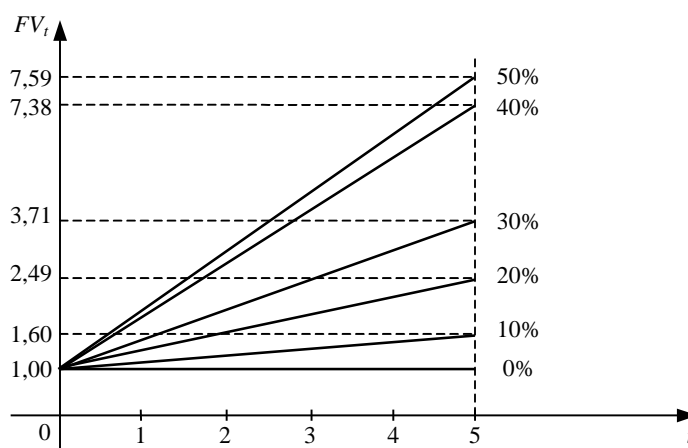


Рис. 10.2. Залежність майбутньої вартості від тривалості інвестування та величини норми відсотка

4. Техніка дисконтування з урахуванням ризику.

В умовах інфляції банками передбачені змінювані в часі ставки складних відсотків. У таких ситуаціях майбутня вартість обчислюється за формулою

$$FV_T = PV \cdot (1 + R_1)^{T_1} \cdot (1 + R_2)^{T_2} \cdot \dots \cdot (1 + R_n)^{T_n}, \quad (8.14)$$

де R_1, R_2, \dots, R_n — норми відсотка (відсоткові ставки), T_1, T_2, \dots, T_n — періоди, $T = T_1 + T_2 + \dots + T_n$.

Коли відома залежність величини норми прибутку від часу, тобто відомо, що $R = R(t)$, майбутню вартість (на момент T) можна обчислити за формулою:

$$FV_T = e^{\int_0^T \ln(1+R(t)) dt}.$$

Змінювані ставки необхідно відрізнити від «плаваючих», величини яких невідомі.

Наведені вище міркування стосуються ситуації, коли капіталізація відсотків проводиться раз на рік. Для багатьох фінансових інструментів, наприклад, облігацій чи термінових банківських вкладів, відсотки додаються до капіталу частіше.

У випадку, коли відсотки додаються до капіталу m раз на протязі року (за рівні періоди), отримуємо таку формулу щодо майбутньої вартості по T роках:

$$FV_T = PV \cdot \left(1 + \frac{R}{m}\right)^{mT}. \quad (8.15)$$

Зазначимо, що формула (8.1) є частковим випадком (8.15), коли $m = 1$, тобто коли відсотки капіталізуються раз на рік.

При застосуванні *гіпотетичної неперервної* (тобто в кожний момент часу) *капіталізації відсотків* одержимо формулу для обчислення майбутньої вартості (при фіксованій величині R):

$$FV_T = \lim_{m \rightarrow \infty} PV \cdot \left(1 + \frac{R}{m}\right)^{mT} = PV \cdot \left(\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{R}{m}\right)^{\frac{m}{R}} \right)^{RT} = PV \cdot e^{RT}.$$

Теперішня вартість при відомій майбутній обчислюється за формулою:

$$PV = FV_T \cdot e^{-RT}.$$

5. Теперішня вартість.

Потоки видатків і доходів, затрачених і отриманих пізніше, являють собою меншу вартість, ніж потік видатків і доходів, затрачених і отриманих раніше.

Методом, який дозволяє привести видатки і доходи, затрачені і отримані в різні моменти розрахункового періоду до порівняння на початок цього періоду, є *метод дисконтування*, який базується на перемноженні номінальної вартості потоків видатків і доходів в різні періоди (роки) на відповідні коефіцієнти дисконтування.

Фінансовому менеджеру необхідно аналізувати теперішню вартість майбутніх доходів у таких, зокрема, випадках:

1) одноразові сплати, що їх сподіваються отримати у визначений момент у майбутньому;

2) потоки доходів (сплат), які сподіваються отримувати періодично (щорічно) протягом певного (обмеженого) періоду (років);

3) потоки доходів (сплат), що їх сподіваються отримувати щорічно, теоретично на протязі нескінченного терміну (довічна рента).

Якщо дохід сподіваються отримати в період (рік) T , то теперішня вартість на момент $t = 0$ визначається за формулою:

$$PV = PV_0 = \frac{FV_T}{(1+R)^T}.$$

Якщо нас цікавить вартість доходу на момент $t = k$, який отримано в період T («теперішня» вартість в період $t = k$), то її можна визначити за формулою:

$$PV_k = \frac{FV_T}{(1+R)^{T-k}}, \quad k=0, 1, \dots, T.$$

Теперішня вартість очікуваного потоку доходів залежить від розподілу щодо отримання цих доходів в часі, а також норми дисконту. Якщо є дані про суми FV_t , які сплачуються в t -му проміжку часу в майбутньому, то теперішню вартість майбутнього потоку доходів можна обчислити за формулою:

$$PV = \sum_{t=1}^T \frac{FV_t}{(1+R)^t}. \quad (8.16)$$

Обчислення теперішньої вартості потоку грошових доходів за формулою (8.16) сподіваних у майбутньому на протязі певної кількості років є найчастіше використовуваним у фінансовому менеджменті випадком врахування чинників часу та ризику. Більшість рішень, що їх приймають інвестори, стосується порівняння обсягів сьогоднішніх затрат взамін на потік сподіваних доходів протягом певної кількості років у майбутньому.

Це стосується, зокрема, інвестиційних проектів, що їх збирається реалізувати фірма (підприємство), а також купівлі акцій, облігацій тощо.

Якщо здійснюється послідовність однакових за обсягом виплат за певні проміжки часу (рівномірно), то такий потік доходів називається *анюїтетом*.

Кожна окрема виплата, що входить до складу анюїтету, називається його членом.

Теперішня вартість T -річного анюїтету обчислюється за формулою:

$$PV_0 = \sum_{t=1}^T \frac{FV}{(1+R)^t} = FV \cdot \frac{1-1/(1+R)^T}{R}, \quad (8.17)$$

де FV — сума, що сплачується за певний проміжок часу.

При обчисленні теперішньої вартості довічної ренти (анюїтету), коли сподіваний щорічний дохід, очікуваний у майбутньому, приймають як сталу незалежну від часу величину $FV_t = FV$, згідно з (8.17) маємо (з урахуванням того, що $R > 0$):

$$\lim_{T \rightarrow \infty} FV \cdot \frac{1-1/(1+R)^T}{R} = \frac{FV}{R} \cdot \lim_{T \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{(1+R)^T} \right) = \frac{FV}{R} \cdot (1-0) = \frac{FV}{R},$$

тобто

$$PV = FV/R. \quad (8.18)$$

Формула (8.18) для обчислення теперішньої вартості сподіваного потоку доходів застосовується до тих інвестицій, які не мають окресленого терміну існування (зростання). Типовим випадком таких інвестицій є купівля привілейованих акцій, які приносять їх власникові сталий щорічний дохід.

Застосовують також формулу:

$$PV_0 = D/R_{\Pi},$$

де PV_0 — теперішня ціна привілейованої акції, D — дивіденд від привілейованої акції, R_{Π} — задана (обрана) інвестором норма доходу від привілейованої акції (норма дисконту) з урахуванням ризику.

Теперішня вартість звичайної акції визначається з урахуванням наступного:

- величини майбутніх прибутків (дивідендів), що припадають на 1 акцію;
- ціни, яку сподіваються отримати від її продажу.

Часто вартість звичайної акції обчислюють як теперішню вартість потоку дивідендів, отримуваних, починаючи з періоду t_1 до нескінченності:

$$PV_0 = \sum_{t=t_1}^{\infty} \frac{D_t}{(1+R)^t}, \quad (8.19)$$

де D_t — сподівані дивіденди від звичайної акції, R — встановлена інвестором норма прибутків від звичайної акції (норма дисконту) з урахуванням ризику.

На практиці здебільшого користуються модифікацією (8.19), закладаючи стале зростання майбутніх дивідендів. У цьому випадку одержимо:

$$PV_0 = \frac{D_1 \cdot (1+g)}{R} = \frac{D_1}{R-g}, \quad (8.20)$$

де g — норма зростання дивідендів.

У цьому випадку приймають гіпотезу про те, що ціна звичайної акції залежить від величини дивідендів, яку сподіваються одержати в кінці періоду t_1 та норми зростання дивідендів в наступних періодах. Норма зростання, в свою чергу, залежить від кількох чинників, зокрема, від прибутковості власного капіталу тощо.

6. Методи оцінки доцільності інвестиційних проектів.

Для прийняття рішень щодо інвестування того чи іншого проекту необхідною передумовою є оцінка його економічної ефективності. Така оцінка є необхідною як для керівництва підприємства, яке здійснюватиме інвестиційний проект (для формування ефективного інвестиційного портфеля), так і для представлення її зовнішньому інвестору з метою довести йому доцільність вкладання коштів в окремий проект. Очевидно, що ймовірність прийняття помилкових інвестиційних рішень з боку керівництва підприємства залежатиме від якості оцінки економічної ефективності інвестиційних проектів.

Серед методів, які дозволяють визначити економічну ефективність інвестиційних проектів з урахуванням ступеня їх ризику, можна виділити два: метод еквівалента певності та метод поправки на ризик норми

дисконтування. Перший метод передбачає коригування очікуваної вартості грошових потоків шляхом їх множення на коефіцієнт ймовірності їх виникнення. Отримані таким чином грошові потоки називаються еквівалентами певності, що означає їх безпечну чи безризикову вартість [6, с.85]. В основі другого методу лежить додавання премії за ризик до безпечної (безризикової) ставки дисконту.

Тема 9. Диверсифікація як спосіб зниження ризику. Теорія портфеля.

1. Сутність диверсифікації. Теорія портфеля.

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

Портфель цінних паперів – це розподіл засобів між цілим рядом різних активів (акцій, облігацій тощо) у найбільш вигідній та безпечній пропорції.

Першим теорію портфеля розпочав Марковіц. Основним результатом започаткованої теорії портфеля стала розробка основних принципів побудови ефективного портфеля, а саме такого, який максимізує очікуваний дохід при задовільному ступені ризику. Оскільки автором теорії портфелю є П. Марковіц, ефективний портфель часто називають ефективним портфелем Марковіца. При розробці теорії портфеля Марковіцем було зроблено ряд припущень:

1) задача побудови ефективного портфеля розв'язується в рамках двопараметричної задачі, тобто до уваги беруться лише два параметри інвестицій — дохід та ризик;

2) інвестором ставиться задача максимізації доходу за портфелем при задовільному ступені ризику;

3) портфель цінних паперів формується інвестором із ризикових активів, майбутній дохід за якими наперед невизначений. Безризикові активи, величина майбутнього доходу за якими наперед визначена і

прикладом яких є короткострокові державні цінні папери, не використовуються для формування портфеля;

4) інвестор вважається несхильним до ризику. Якщо існують два варіанти однакового доходу, але різного ступеня ризику, інвестор обирає варіант з меншим ризиком;

5) розподіл ймовірностей для портфеля цінних паперів вважається нормальним (Слід зауважити, що розподіл ймовірностей для одного активу далекий від нормального, тоді як розподіл ймовірностей для портфеля цінних паперів можна вважати нормальним.);

6) визначення дохідності та ризиковості портфеля здійснюється впродовж одного часового періоду, як правило, року.

Ризик ПЦП — це міра (ступінь) 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.

Для того щоб даний ризик зменшити, використовується принцип диверсифікації. — процес розподілу інвестованих засобів між різними об'єктами вкладення капіталу з метою зниження ступеня ризику і забезпечення більшої стійкості прибутків при будь-яких коливаннях дивідендів і ринкових цін на цінні папери.

Основною характеристикою кожного ЦП є норма прибутку. Її обчислюють як відношення прибутку, що його приносить даний ЦП, до затрат, пов'язаних з купівлею цього ЦП. Всі рішення щодо інвестування у цінні папери стосуються майбутнього, тому значення норми прибутку пов'язане з невизначеністю, тобто рішення щодо інвестування у цінні папери приймаються за умов ризику.

Доцільно прийняти гіпотезу, що норма прибутку цінних паперів є випадковою величиною. Це означає, що вона може примати різні значення з певними ймовірностями настання цих значень. Отже, сподівана норма прибутку цінного паперу обчислюють:

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

де, m – сподівана норма прибутку ЦП

n – кількість можливих станів економічного середовища, в яких можна спостерігати можливі норм прибутку ЦП.

I - індекс виду стану 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.

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. Це означає, що для статичної моделі ПЦП (або для близької до неї) майбутня норма прибутку може бути наближено визначена за допомогою норм прибутку, що мали місце 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:

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

де $C(t)$ — ціна (продажу) цього ЦП в t -ий період, $C(t-1)$ — ціна ЦП в $(t-1)$ -ий період, $D(t)$ — дивіденди, нараховані в t -му періоді.

Тоді сподівана норма прибутку ЦП обчислюється:

$$m_1 \approx \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_i(t)$$

T – кількість періодів, що минули, протягом яких спостерігались норми прибутку (роки, місяці, тижні).

Другою важливою характеристикою кожного цінного паперу є ризик. Що стосується системи кількісних оцінок ризику, то однією з них є варіація (дисперсія). У даному випадку можна говорити про *варіацію (дисперсію) норми прибутку цінного паперу*. Для i -го ЦП її можна обчислити за формулою:

$$V_i = \sigma^2(R_i) = \sum_{j=1}^n p_i (R_i - m)^2.$$

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:

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

Під час формування ПЦП істотну роль відіграє ще одна характеристика — *кореляція ЦП*. Вона характеризує взаємозв'язок між нормами прибутку двох цінних паперів. Міру щільності цього взаємозв'язку вимірюють за допомогою коефіцієнта кореляції.

Коефіцієнт кореляції є показником того, наскільки зв'язок між нормами прибутків акцій двох видів близький до строгої лінійної залежності. Він однаково ураховує і надто велику частку випадковості, і надто велику частку нелінійності цього зв'язку. Якщо розглядаються дві звичайні акції виду A_1 та A_2 , то їхній коефіцієнт кореляції визначається за формулою:

$$\rho_{12} = \text{cov}(R_1, R_2) / \sigma_1 \sigma_2 = \sum_{i=1}^n p_i (R_{1i} - m_1)(R_{2i} - m_2) / \sigma_1 \sigma_2,$$

де ρ_{12} — коефіцієнт кореляції для акцій виду A_1 та A_2 , $\text{cov}(R_1, R_2)$ — коваріація випадкових величин R_1 та R_2 .

m_1, m_2 — сподівана норма прибутку відповідно акцій виду 1 та виду 2.

R_{i1}, R_{i2} – можливі норми прибутку, які можуть одержати відповідно акції виду 1 та виду 2, коли економічне середовище перебуває у стані i .

p_i – імовірність відповідних можливих норм прибутку у i -ому економічному стані.

$\sigma_1\sigma_2$ - середньоквадратичні відхилення норм прибутку відповідно акцій виду 1 та виду 2.

Якщо коефіцієнт кореляції не дорівнює нулю, то він своєю величиною характеризує не тільки наявність, а й тісноту стохастичного зв'язку між R_1 та R_2 .

Нагадаємо основні властивості коефіцієнта кореляції:

- коефіцієнт кореляції приймає значення в межах $[-1; 1]$;
- абсолютна величина коефіцієнта кореляції вказує на тісний взаємозв'язок норм прибутку акцій: чим більшою (ближчою до одиниці) є абсолютна величина, тим тісніше пов'язані між собою ці акції і чим меншою (ближчою до нуля) вона є, тим слабшим є зв'язок між цими акціями;
- знак коефіцієнта кореляції вказує напрямок взаємозв'язку норм прибутку акцій. Якщо він додатний, то маємо додатну кореляцію, коли зростання (зниження) норми прибутку однієї акції відбувається одночасно із зростанням (зниженням) норми прибутку другої акції. Коли ж коефіцієнт кореляції є від'ємною величиною, то маємо коефіцієнт так званої від'ємної кореляції акцій, коли зростання (зниження) норми прибутку однієї акції відбувається одночасно із зниженням (зростанням) норми прибутку другої.

У випадку наявності інформації про норми прибутку акцій у минулому коефіцієнт кореляції ρ_{12} обчислюється за формулою:

$$\rho_{12} = \frac{\sum_{t=1}^T (R_{1t} - m_1)(R_{2t} - m_2)}{(T - 1)\sigma_1\sigma_2}$$

2. Портфель з двох видів цінних паперів.

Нехай x_1 та x_2 частки інвестицій у ЦП виду A_1 та A_2 , що складають портфель. Тоді, враховуючи що $N = 2$, отримуємо:

$$R_{\Pi} = x_1 R_1 + x_2 R_2;$$

$$m_{\Pi} = x_1 m_1 + x_2 m_2; \text{ - сподівана норма прибутку портфеля}$$

$V_{\Pi} = D(R_{\Pi}) = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2x_1 x_2 \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12}$; - ризик портфеля обчислений як варіація.

$$x_1 + x_2 = 1;$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

З урахуванням того, що $x_2 = 1 - x_1$, отримуємо:

$$\begin{aligned} V_{\Pi} = D(R_{\Pi}) &= x_1^2 \sigma_1^2 + (1-x_1)^2 \sigma_2^2 + 2x_1(1-x_1)\sigma_1 \sigma_2 \rho_{12} = \\ &= x_1^2 (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho_{12} \sigma_1 \sigma_2) - 2x_1 (\sigma_2^2 - \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2) + \sigma_2^2, \end{aligned}$$

тобто цільова функція V_{Π} є функцією однієї змінної x_1 , а саме — параболою 2-го порядку. Оскільки $x_1 \in [0; 1]$, то для всіх значень параметрів σ_1 , σ_2 і ρ_{12} ця парабола проходить через точки $A_1(1; \sigma_1^2)$ та $A_2(0; \sigma_2^2)$, які відповідають однорідним ПЦП, складеним, відповідно, з ЦП виду A_1 та виду A_2 .

Мінімум функції $V_{\Pi} = x_1^2 \sigma_1^2 + (1-x_1)^2 \sigma_2^2 + 2x_1(1-x_1)\sigma_1 \sigma_2 \rho_{12}$ можна знайти, коли прирівняти до нуля першу похідну функції V_p від

змінної x_1 , тобто $\frac{dV_p}{dx_1} = 0$:

$$\frac{dV_p}{dx_1} = 2x_1 \sigma_1^2 - 2(1-x_1) \sigma_2^2 + 2\sigma_1 \sigma_2 \rho_{12} - 4x_1 \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12} = 0;$$

$$x_1 \sigma_1^2 - (1-x_1) \sigma_2^2 + \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12} - 2x_1 \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12} = 0;$$

$$x_1 (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\sigma_1 \sigma_2 \rho_{12}) = \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12};$$

$$x_1^* = \frac{\sigma_2 (\sigma_2 - \sigma_1 \rho_{12})}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\sigma_1 \sigma_2 \rho_{12}};$$

$$x_2^* = 1 - x_1^*.$$

При структурі $(x_1^*; x_2^*)$ портфеля двох акцій, ризик такого портфеля буде мінімальним.

3. Оптимізація структури портфеля.

Для пояснення впливу кореляції між нормами прибутку акцій на ризик портфеля проаналізуємо три випадки: $\rho_{1,2} = 1$, $\rho_{1,2} = -1$, $\rho_{1,2} = 0$.

Розглядаємо випадок, коли $\rho_{1,2} = 1$, що означає тісний прямопропорційний зв'язок (додатна абсолютна кореляція) між нормами прибутку двох акцій. Тоді знайдемо ризик портфеля як середньоквадратичне відхилення

$$V_p = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2x_1 x_2 \sigma_1 \sigma_2;$$

$$V_p = (x_1 \sigma_1 + x_2 \sigma_2)^2;$$

$$\sigma_p = x_1 \sigma_1 + x_2 \sigma_2.$$

:

Графічно цей випадок можна проілюструвати в двовимірному просторі, де на осі абсцис відкладатимемо значення ризику, а на осі ординат значення сподіваної норми прибутку (рис.1).

Відрізок АВ на графіку - це множина усіх допустимих портфелів двох акцій. У точці А $x_1 = 1, x_2 = 0$. У точці В навпаки $x_1 = 0, x_2 = 1$. Середина відрізка АВ - $x_1 = 0,5, x_2 = 0,5$. У такому випадку ($\rho_{1,2} = 1$) не можливо досягнути якогось суттєвого ефекту, бо зменшуючи σ_p , тим самим зменшується й m_p і навпаки. Цей випадок не цікавий для інвестора.

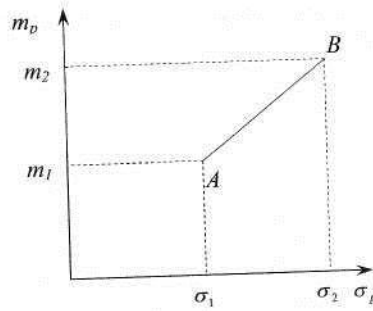


Рис.1. Множина портфельів двох абсолютно додатньо корельованих видів акцій

Розглядаємо випадок, коли $\rho_{1,2} = -1$ - тисний обернено пропорційний зв'язок (абсолютна від'ємна кореляція) між нормами прибутку двох акцій. Тоді за формулою

$$V_p = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 - 2x_1 x_2 \sigma_1 \sigma_2;$$

$$V_p = (x_1 \sigma_1 - x_2 \sigma_2)^2;$$

$$\sigma_p = |x_1 \sigma_1 - x_2 \sigma_2|.$$

Аналіз цього рівняння показує, що ризик можна зменшити. Найменший ризик, що обчислюється формулою, буде досягатись в значенні нуль ($\sigma_p = 0$), а цього можна досягти, коли:

$$x_2 = 1 - x_1;$$

$$x_1 \sigma_1 - (1 - x_1) \sigma_2 = 0;$$

$$x_1 \sigma_1 - \sigma_2 + x_1 \sigma_2 = 0;$$

$$x_1 (\sigma_1 + \sigma_2) = \sigma_2;$$

$$x_1^* = \frac{\sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2};$$

$$x_2^* = 1 - \frac{\sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2} = \frac{\sigma_1}{\sigma_1 + \sigma_2}.$$

При структурі $(x_1^*; x_2^*)$ та при $\rho_{1,2} = -1$ портфель буде позбавлений ризику взагалі - $\sigma_p = 0$.

Аналогічно попередньому проілюструємо цей випадок графічно (рис 2).

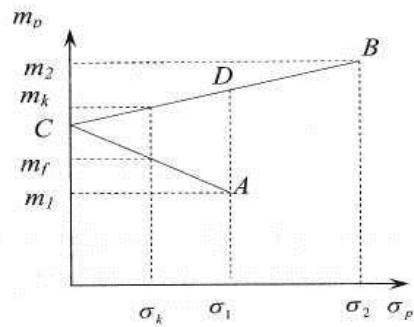


Рис. 2. Множина портфелів з двох абсолютно від'ємно корельованих видів акцій

Ламана ACB - множина допустимих портфелів. У точці А $x_1=1, x_2=0$. У точці В $x_1=0, x_2=1$. У точці С $(x_1=x_1^*, x_2=x_2^*)$ ризик відсутній. Розсудливий інвестор не обере жодну структуру портфеля з відрізка AC, оскільки для неї знайдеться краща структура на відріжку CD з таким самим рівнем ризику σ_k , але з більшим значенням сподіваної норми прибутку $m_k > m_f$. Тому відрізок CB - множина ефективних портфелів.

Розглядаємо випадок, коли $\rho_{1,2}=0$. Взаємозв'язок між нормами прибутку двох акцій відсутній (некорельований зв'язок). Тоді за формулою запишемо:

$$V_p = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2;$$

$$\sigma_p = \sqrt{x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2}.$$

З формули випливає, що є можливість часткової мінімізації ризику портфеля двох акцій. Для цього першу похідну функції σ_p , по змінній x_1 прирівняємо до нуля:

$$x_2 = 1 - x_1;$$

$$\sigma_p = \sqrt{x_1^2 \sigma_1^2 + (1 - x_1)^2 \sigma_2^2};$$

$$\frac{d\sigma_p}{dx_1} = \frac{2x_1 \sigma_1^2 - 2(1 - x_1) \sigma_2^2}{2\sqrt{x_1^2 \sigma_1^2 + (1 - x_1)^2 \sigma_2^2}} = 0;$$

$$\frac{x_1\sigma_1^2 - (1-x_1)\sigma_2^2}{\sqrt{x_1^2\sigma_1^2 + (1-x_1)^2\sigma_2^2}} = 0;$$

$$x_1^2\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + x_1^2\sigma_2^2 \neq 0;$$

$$x_1^2(\sigma_1^2 + \sigma_2^2) \neq -\sigma_2^2;$$

$$x_1^2 \neq -\frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} -$$

умова виконується для будь яких значень σ_1 та σ_2 ;

$$x_1\sigma_1^2 - \sigma_2^2 + x_1\sigma_2^2 = 0;$$

$$x_1(\sigma_1^2 + \sigma_2^2) = \sigma_2^2;$$

$$x_1^* = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2};$$

$$x_2^* = 1 - x_1^* = \frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} - \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2};$$

$$x_2^* = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}.$$

Отже мінімального ризику такий портфель набуде, коли його структура буде рівна $(x_1^*; x_2^*)$, якщо $\rho_{1,2} = 0$.

Як і у попередньому випадку, проілюструємо цей приклад графічно (рис. 3).

Крива АВ - множина допустимих портфелів. У точці С ($x_1 = x_1^*$, $x_2 = x_2^*$) знаходиться портфель з мінімально можливим ризиком. Крива СВ - це множина ефективних портфелів, а крива АС - множина неефективних портфелів, бо для будь-якого портфеля із структурою на відрізку АС, знайдеться портфель із кращою структурою на відрізку CD, тобто з тим самим рівнем ризику σ_p , але з більшим значенням сподіваної норми прибутку портфеля m_p

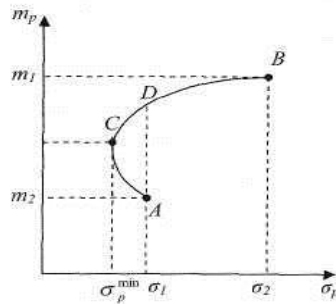


Рис. 3. Множина портфелів двох некорельованих видів акцій

Перейдемо тепер до загального випадку, коли до складу портфеля залучено багато різних видів акцій. Введемо наступні позначення:

n - кількість різних видів акцій, що залучаються у портфель;

i - індекс виду акції, $i = 1, n$;

m_i - сподівана норма прибутку i -ої акції;

σ_i , - ризик i -го виду акції виражений як середньоквадратичне відхилення;

ρ_{ij} - коефіцієнт кореляції між i -ою та j -ою акціями
 $(i = 1, n; j = 1, n; i \neq j)$;

x_i - частка i -го виду акції, що входить у портфель.

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1.$$

Очевидно, що

Аналогічно до портфеля з двох різних видів акцій, в загальному випадку визначають сподівану норму прибутку та ризик портфеля з n видів акцій. Обчислення проводяться за наступними формулами:

$$m_p = \sum_{i=1}^n x_i \cdot m_i.$$

$$V_p = \sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i \cdot x_j \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j \cdot \rho_{ij}.$$

$$\sigma_p = \sqrt{V_p}.$$

4. Класична модель портфеля цінних паперів.

Найпростішою і широко використовуваною на практиці математичною моделлю для наближених розрахунків є запропонована Вільямом Шарпом *однофакторна модель*.

Ця 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, згідно з якою *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, зокрема, можна 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):

$$R_j = \alpha_j + \beta_j R_M + e_j.$$

У даній моделі 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 Шарпа називають *коефіцієнтом бета* для j -ої акції. Він відіграє дуже важливу роль в

економічній науці та практиці і може використовуватись як міра ринкового ризику певної акції.

Йому можна дати 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 це означає, що коефіцієнт β певної акції показує, якою мірою норма прибутку акції реагує на зміни, що відбуваються на ринку в цілому.

Наведемо кілька простих прикладів.

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*.

Тема 10. Управління запасами як спосіб зниження ризику

1. Визначення мінімального запасу

Проблема управління запасами визначається досягненням оптимальної рівноваги між двома конкуруючими чинниками - мінімізацією капіталовкладень підприємства у запаси та максимізацією рівня надійності обслуговування споживачів продукцією даного підприємства [6].

Матеріальні запаси можна умовно розподілити на три види: страховий запас готової продукції на складі, страховий виробничий запас, динамічний виробничий запас.

Страховий запас готової продукції на складі призначений для компенсації коливань попиту на ринку. Враховуючи, що ринок характеризується суттєвими і важко передбачуваними коливаннями попиту, підприємства змушені формувати страхові запаси готової продукції для компенсації цих коливань, тобто для зниження ступеня ризику. Запаси позитивно впливають на стимулювання попиту, оскільки дилери впевнені, що в будь-який момент часу вони швидко одержать необхідний обсяг певного товару. Проте необхідно враховувати і негативний вплив запасів продукції на складах на фінансовий стан підприємства, оскільки в запасах фактично „заморожується" частина засобів і тим самим вилучається з обороту.

Страховий запас сировини, матеріалів і комплектуючих виробів — чи іншими словами виробничий запас — це запас, що призначений для запобігання ризику раптової зупинки виробництва внаслідок несвоєчасної доставки сировини, матеріалів і комплектуючих виробів підприємству для виготовлення його продукції. Обсяг цього запасу головним чином залежить від того, наскільки гарантованими і стабільними є умови забезпечення підприємства в сировині тощо.

Динамічний виробничий запас являє собою запас матеріалів і комплектуючих виробів, який формується з певною періодичністю і в певних обсягах. Головною метою створення динамічно формованих запасів є

зниження прямих виробничих затрат, чи то збитків, при стабільному забезпеченні виробництва необхідним обсягом сировини, матеріалів і комплектуючих виробів.

Визначення обсягів резерву сировини чи комплектуючих виробів може ґрунтуватися на історичних даних про відхилення фактичної частоти їх поставок на підприємство від встановлених, або обумовлених в договорі термінів постачання. Величина цього резерву, який служить для зменшення ступеня ризику, встановлюється як добуток, скажімо, величини добового споживання сировини певного виду на певному виробництві та кількості діб, визначених як середньоквадратичне відхилення а фактичного періоду постачання від обумовленого за контрактом:

$$MЗ = ДС \cdot \sigma, \quad (1)$$

де МЗ - обсяг мінімального запасу сировини на складі;

ДС - добове споживання цієї сировини у виробництві.

Слід зазначити, що в багатьох моделях управління запасами одним з головних припущень є те, що наприклад, 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.

Однією з проблем управління запасами на підприємстві є оптимізація величини грошових засобів у касі чи на рахунку в банку, оскільки утримання надмірного обсягу грошових засобів знижує загальну ефективність діяльності підприємства. Однією з моделей, що допомагають у вирішенні цієї проблеми, є модель М. Міллера та Д. Орра.

2. Модель М. Міллера і Д. Орра

Модель М. Міллера і Д. Орра має імовірнісний характер - потоки чистих доходів і видатків трактуються як випадкові змінні величини, закон розподілу яких може бути описаний двома параметрами: математичним сподіванням та дисперсією. Приймається також гіпотеза, що функція розподілу потоку 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 і мінімальний рівень: x_{\max} та x_{\min} відповідно, причому мінімальний рівень x_{\min} задають менеджери підприємства, а величини x^* і x_{\max} визначають за допомогою моделі. При заданому рівні величини x_{\min} , значення x^* та x_{\max} можна обчислити за формулами:

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

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

де K_s - стала величина, що визначає обсяг однієї угоди щодо продажу цінних паперів чи отримання позики;

k_m - величина втрачених можливостей, що пов'язані з утриманням сальдо грошових засобів. Цей показник дорівнює нормі відсотку, що можна було б отримати, купивши цінні папери за кошти у величині утримуваного сальдо грошових засобів;

σ - середньоквадратичне відхилення потоку чистих грошових надходжень.

Стратегія управління запасами при стохастичному попиті вимагає створення певного резерву заздалегідь визначеного обсягу. Якщо в певний момент часу загальний запас сировини або матеріалів, що використовуються у виробництві, знижується до розмірів резерву, тоді підприємство терміново оформляє заявку на постачання нової партії цієї сировини, чи то матеріалів.

Управління запасами в умовах невизначеності та зумовленого нею ризику вимагає визначення оптимального розміру резерву на підприємстві.

Одним з простих способів, що дає змогу визначити розмір резерву, є застосування принципу гарантованого результату, тобто зберігання досить великого резерву, який гарантує мінімальний ризик, тобто компенсацію будь-яких випадкових відхилень. Такий підхід вимагає великих затрат щодо зберігання запасів, а також веде до так званого ризику невикористаних можливостей - великі резерви пов'язані з відволіканням значних коштів.

Зважаючи на сказане вище, в основу розрахунку необхідного резерву закладають поняття допустимого ризику — ймовірності того, що потреба в запасах не перевищить наявного резерву. Таким чином, слід ввести поняття коефіцієнта ризику p_z , який виражає імовірність того, що потреби у запасах через недостатність резерву перевищать обсяг цього резерву. 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, що становить 5%; 2,5%; 1% відповідно.

Нехай V - потреба в сировині між двома поставками, m - розмір партії сировини. Необхідно визначити такий обсяг резерву K , щоб коефіцієнт ризику p_z , тобто ймовірність того, що резерв виявиться недостатнім, був би не більшим від заданого значення порогу дозволеності, тобто:

$$\begin{aligned} \alpha &\geq p_z; \\ p_z = P(V \geq m + K) &= P(V - m \geq K) = 1 - P(V - m < K) \Rightarrow \\ &\Rightarrow P(V - m < K) \geq 1 - \alpha. \end{aligned}$$

Для визначення величини K необхідно, щоб закон розподілу випадкової величини V був відомим. 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:

$$1 - \alpha \leq P(V - m < K) = P(V - m < u_\alpha \sigma) = 0,5 + \Phi(u_\alpha),$$

де $\Phi(x)$ - функція Лапласа.

Отже,

$$\Phi(u_\alpha) \geq 0,5 - \alpha \Rightarrow u_\alpha \geq \Phi^{-1}(0,5 - \alpha),$$

де $\Phi^{-1}(x)$ - функція, обернена до $\Phi(x)$.

Звідси отримуємо, що резерв, який відповідає коефіцієнту ризику $p_z \leq \alpha$, повинен дорівнювати щонайменше $K = (V - m) = u_\alpha \cdot \sigma$. Наприклад, якщо $\alpha = 0,05$, то $u_\alpha = \Phi^{-1}(0,5 - 0,05) = 1,64$, тобто $K = 1,64 \cdot \sigma$.

Можна зробити висновок, що розмір резерву K визначається прийнятим коефіцієнтом ризику та коливанням 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 загальні затрати на управління запасами будуть становити:

$$B(m) = \frac{C_1 \lambda}{m} + C_2 \cdot \left(\frac{m}{2} + u_\alpha \sigma \right), \quad (4)$$

де C_1 - затрати на оформлення партії сировини, що замовляється, які не залежать від розміру цієї партії і виникають щоразу при здійсненні замовлення;

C_2 - затрати на зберігання одиниці запасу за одиницю часу;

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

Ці затрати будуть мінімальними, якщо $\frac{dB(m)}{dm} = -\frac{C_1\lambda}{m^2} + \frac{C_2}{2} = 0$, тобто оптимальний обсяг партії сировини, що необхідно замовити, розраховується за формулою:

$$m = \sqrt{\frac{2C_1\lambda}{C_2}}. \quad (5)$$

Таким чином, можемо обчислити оптимальну величину запасу разом з резервом (для $\alpha = 0,05$):

$$3P = K + m = 1,64 \cdot \sigma + \sqrt{\frac{2 \cdot C_1 \cdot \lambda}{C_2}}. \quad (6)$$

2. Література

Основна література

1. Вітлінський В.В. Аналіз, оцінка і моделювання економічного ризику/ В.В. Вітлінський. – К.: КНЕУ, 1996. – 176 с.
2. Вітлінський В.В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком/В.В. Вітлінський, П.І. Верченко// Навч.-метод. Посібник для сам ост. Вивч.дисц. – К.:КНЕУ,2000. – 292 с.
3. Вітлінський В.В. Економічний ризик: ігрові моделі/ В.В. Вітлінський, П.І. Верченко, А.В. Сігал, Я.С. Наконечний. - К., 2002.
4. Вітлінський В.В. Ризик у менеджменті/ В.В. Вітлінський, С.І. Наконечний. – К. ТОВ «Борисфен-М», 1996. – 326 с.
5. Вітлінський В.В. Економічний ризик і методи його вимірювання/ В.В. Вітлінський, С.І. Наконечний, О.Д. Шарапов// Підручник. - К.: ІЗМН, 1996.
6. Глущенко В.В. Управление рисками на уровне предприятия/ В.В. Глущенко// СПб: Питер, 2000. – 176 с.
7. Грабовый П.Г. Риски в современном бизнесе/П.Г. Грабовый, С.Н. Петрова, С.И. Полтавцев С.И.. - М.: Аланс, 1994 – 200с.
8. Донець Л.І. Економічні ризики і методи їх вимірювання/ Л.І. Донець. – К., 2006.
9. Дубров А.М. Моделирование рискових ситуаций в экономике и бизнесе/ А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталев// Учебн..пособие. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 176с.
- 10.Івченко І.Ю. Економічні ризики (мультимедійний підручник)/ І.Ю. Івченко. - Київ, 2004.
- 11.Ілляшенко С.М. Економічний ризик/ С.М. Ілляшенко. - Київ, 2004.
- 12.Клименюк М.М. Управління ризиками в економіці/ М.М. Клименюк, А.І. Брижань. - К., 2000.
- 13.Лук'янова В.В. Економічний ризик/ В.В. Лук'янова, Т.В. Головач.

Київ, Академвидав, 2007.

14. Машина М.І. Економічний ризик і методи його вимірювання/ М.І. Машина. -К., 1992.
15. Старостіна А.О. Ризик-менеджмент теорія та практика/ А.О. Старостіна, В.А. Кравченко. – ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2004.
16. Устенко О.Л. Теория экономического риска и монография/ О.Л. Устенко. - К.: МАУП, 1997. – 164 с.
17. Черкасов В.В. Деловой риск в предпринимательской деятельности/ В.В. Черкасов. - К.: Издательство «Либра», 1996 – 160 с.
18. Чернова Г. В. Практика управления рисками на уровне предприятия/ Г. В. Чернова. - СПб: Питер., 2000 – 176 с.
19. Штефанич Д.А. Управління підприємницьким ризиком/ Д.А. Штефанич. – Тернопіль, 1999.
20. Ястремський О.І. Моделювання економічного ризику/ О.І. Ястремський. - К.: Либідь, 1992.
21. Ястремський О.І. Основи теорії економічного ризику/ О.І. Ястремський// Навч. посібник для студентів екон. спец. навч. закладів. - К.: "АртЕк", 1997.

Додаткова література

1. Ансофф И. Стратегическое управление/ И. Ансофф. - М.: Экономика, 1989.
2. Барковський В.В. Теорія ймовірностей та математична статистика/ В.В. Барковський, Н.В. Барковська, О.К. Лопатін. - К.: ЦУЛ, 2004. - 448 с.
3. Верченко П.І. Ризикологія/ П.І. Верченко, Г.І. Великоіваненко // навч.-метод. посіб. для самостійного вивчення дисципліни. - Київ, КНЕУ, 2006.
4. Гафт М.Г. Принятие решений при многих критериях/ М.Г. Гафт. М.:

Знание, 1974.

5. Глушик М.М. Математичне програмування/ М.М. Глушик, І.М. Копич, О.С. Пенцак, В.М. Сороківський// Навчальний посібник. - Львів, 2006. – 216 с.
6. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике/ В.Е. Гмурман. — М.: Наука, 1975.
7. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика/В.Е. Гмурман. -М.: Наука, 1980.
8. Катренко А.В. Дослідження операцій в економіці/ А.В. Катренко // Підручник. - Львів, 2007. – 480 с.
9. Клапків М.С. Страхування фінансових ризиків/ М.С. Клапків. – Видавництво «Економічна думка», 2002.
10. Сорока П.М. Економічні та фінансові ризики/ П.М. Сорока, Б.М. Сорока. – Київ , Університет «України», 2006.