

**Кафедра соціальних та економічних дисциплін**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни Ризикологія  
освітньої програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
071 Облік і оподаткування (Облікова аналітика)

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
Тема 1. Прогнозування ризиків: сутність, предмет і об'єкт.	6
Тема 2. Моделювання економічного ризику.	8
Тема 3. Система економічного прогнозування ризику.	12
Тема 4. Система соціального ризик - прогнозування.	15
Тема 5. Методи технічного аналізу ризику.	18
Тема 6. Екстраполяційні методи прогнозування виникнення ризику.	22
Тема 7. Експертні методи прогнозування ризику.	28
Тема 8. Методичні підходи до економічного прогнозування ризику.	32
Тема 9. Ризик - моделі окремих галузей економіки.	34
Тема 10. Економічні моделі ризику.	41
ЛІТЕРАТУРА	53

## ВСТУП

Функціонуючи в умовах ринку, суб'єкт господарювання в кожний момент часу поставлений в умови коли від нього вимагається прийняти певне рішення: розробити шлях досягнення певної мети. І оскільки детермінованих ситуацій в економіці практично не існує, такий підприємець не може на 100% бути впевненим, що обраний ним шлях приведе до поставленої мети, тобто підприємець постійно стикається із ситуацією невизначеності.

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

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

Ризик – це ситуація, коли результат здійснення певного процесу не відомий, але відомі, його можливі альтернативні наслідки і достатньо інформації для того, щоб оцінити ймовірність настання цих наслідків. Прикладом ситуації невизначеності є формування цін на сільськогосподарську продукцію у форвардних контрактах.

Прикладом ситуації ризику є рішення менеджера сільськогосподарського підприємства завтра косити траву на сіно, хоча він невпевнений, що в дні покосу не буде опадів. Згідно з багаторічними спостереженнями він з'ясував, що ймовірність дощу в цей період становить 40%. Якщо відмінність між ризиком і невизначеністю при прийнятті рішень зобразити Основним і першим правилом поведінки підприємця є таке: - не уникати ризику, а передбачувати його, намагаючись знизити до найбільш низького рівня.

Ще з часів первинних державних утворень людина інтуїтивно намагалася захистити себе від різних випадковостей, зокрема, створюючи різного роду запаси на випадок неврожаю або війни. Це були перші спроби управляти господарським ризиком. Проте науковий підхід до проблеми ризику окреслився лише на початку ХХ століття. Розгляд цього питання здійснювався поетапно:

I. 20-30 роки. Економісти – Маршал і Пігу розробили основи неокласичної теорії економічного ризику. Ця теорія включала в себе такі основні моменти: підприємство працює в умовах невизначеності і прибуток якого є величиною випадковою, повинно у своїй діяльності керуватися двома критеріями:

- розміром очікуваного прибутку;
- величиною можливих коливань цього прибутку.

Згідно з цією концепцією поведінка підприємця обумовлюється граничною корисністю, тобто якщо необхідно вибрати один з двох варіантів інвестування, перевага повинна надаватись тому варіанту, для якого коливання прибутків буде менше (за умови рівності значень очікуваних прибутків).

II. Доповнив класичну теорію фактором задоволення від ризику. Це передбачало впровадження такого постулату: заради великого очікуваного прибутку підприємство може йти на великий ризик. При цьому було доведено, що інвестиції, які носять більш ризикований характер, мають і більшу норму віддачі.

Цей принцип став поштовхом для розвитку специфічного напрямку підприємницької діяльності – венчурного підприємництва.

Венчурне підприємництво представляє собою альтернативне джерело фінансування малого й середнього бізнесу. Почав свій розвиток в США в середині 50-х рр. В більшості випадків – це інвестування в акціонерний капітал малих і середніх підприємств в обмін на певний пакет акцій. Головною перевагою венчурного інвестування є те, що від об'єкта інвестування не вимагається ніякої застави, а також йому не потрібно сплачувати інвестору відсотки як у випадку з банківським кредитом. Кінцева мета венчурного інвестування - наступний продаж своєї долі “розкрученої” компанії за значно більшою ціною, що дозволить не тільки повернути вкладені кошти, але й заробити якомога більший прибуток. Найбільшою проблемою у венчурному підприємстві є вибір об'єкта інвестування.

В Америці 50% всіх об'єктів венчурного інвестування стають банкрутами, 15-20% - суперпроектами, решта 30% - беззбитковими, але такими, що заробляють дуже мало. Але ці 15-20% успішних проектів заробляють стільки, що покривають всі інвестовані кошти.

Таким чином у західній економічній теорії поступово відбулася трансформація відношення до ризику від думок, що ризик – це просто матеріальні збитки до думки, що ризик – це можливість відхилення від мети, заради якої приймалося це економічне рішення. Причому це відхилення може бути як у позитивний, так і негативний бік.

## ТЕМА 1. ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ: СУТНІСТЬ, ПРЕДМЕТ І ОБ'ЄКТ.

1. Поняття ризику. Алгоритм оцінки й обґрунтування господарського ризику.
2. Основні причини економічного ризику.

### 1. Поняття ризику. Алгоритм оцінки й обґрунтування господарського ризику.

Для того щоб охарактеризувати поняття “ризик” розглянемо, що таке ситуація ризику. Кожна людина у побутовій, виробничій і інших видах діяльності постійно стикалася із ситуаціями, коли вона не має однозначного рішення, але обов’язково потрібно зробити вибір одного з декількох варіантів рішень, які мають різну ймовірність здійснення. Акт розуміння людиною того, що вона стикнулася із ситуацією ризику можна охарактеризувати терміном “усвідомлення ризику”. Це необхідний компонент, що взаємопов’язує існуючу ситуацію ризику і безпосередню ризикову дію, оскільки усвідомлення змісту ситуації ризику дозволяє людині зняти її шляхом-вибору й реалізації однієї з наявних альтернативних дій.

Цей комплекс зняття ситуації ризику і відповідає поняттю “ризик”, що в загальному представляє собою процес “зняття невизначеності”. Графічна модель ризику виглядає наступним чином:

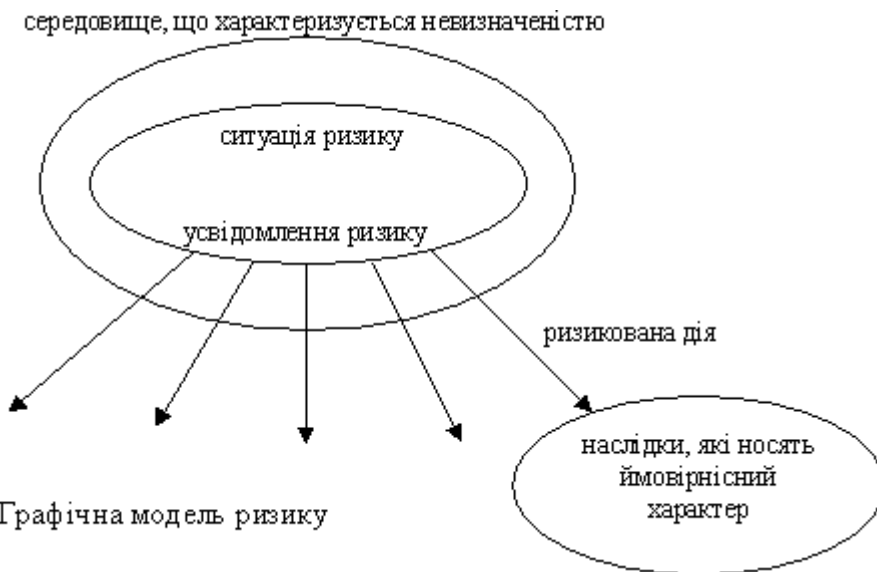


Рис. 1.1. Графічна модель ризику

Різні науковці дають різні тлумачення поняття “ризик”.

Ризик (Террі) – це рівень невпевненості пов’язаний з проектом або з інвестуванням.

Ризик (Вебстер) – визначається як небезпека, можливість збитку або втрат.

Ризик (Райсбер) – це загроза або небезпека виникнення збитку в найширшому сенсі слова.

Ризик (Бобров) – це можливі збитки або недоотримання доходів порівняно з варіантом передбаченого 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 сьогоденного 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.

Найбільш повно природа ризику відображена в наступному визначенні:

Господарський ризик – це діяльність суб'єктів господарювання пов'язана з доданням невизначеності в ситуації необхідного вибору, у процесі якого вони мають можливість оцінити ймовірність досягнення бажаного результату, невдачі й відхилення від мети.

Економічний ризик представляє собою об'єктивно-суб'єктивну категорію.

Основними характеристиками ризику є його елементи:

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

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

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 наявності ризику. Для забезпечення раціональності прийняття рішень в умовах ризику обов'язковою умовою є оцінка й обґрунтування ризику.

Алгоритм проведення економічної оцінки господарського ризику:

- 1). Визначення всіх можливостей ризиків певного виду діяльності на основі співставлення сприятливих і негативних наслідків такої діяльності;
- 2). Оцінка кожного виду ризику:
  - кількісна
  - якісна
  - інтегральна
- 3). Вибір та обґрунтування заходів по мінімізації ризику. Визначення ефективності цих заходів.

## **2. Основні причини економічного ризику.**

Причини виникнення ризику можна поділити на три групи:

- 1). більшість процесів пов'язані з економікою є принципово індетермінованим;
- 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.

### **3. Функції ризику.**

Розуміння сутності ризику безпосередньо пов'язана з виявленням функцій, які він виконує при здійсненні господарської діяльності. До числа таких функцій належать регулююча й захисна.

Регулююча функція ризику має суперечливий характер і може виступати у двох формах:

- конструктивна;
- деструктивна.

Конструктивність ризику проявляється, зокрема, у тому, що ризик при здійсненні господарської діяльності виконує роль своєрідного каталізатора. Йому належать такі властивості як активність і спрямованість у майбутнє, пошук новаторських рішень.

Деструктивний характер ризику проявляється у тому, що прийняття і реалізація рішень з необґрунтованим ризиком ведуть до валюментаризму й авантюризму. У цьому випадку ризик виступає у якості дестабілізуючого фактора.

Практика показує, що відбувається реальне перетворення ризику в інструмент регулювання економічних відносин, що допомагає підприємцям виробляти навички орієнтацій в ймовірному світі і формувати необхідні якості мислення, такі як альтернативність, варіантність і діалектичність.

Захисна функція ризику має також два аспекти:

- історико-генетичний;
- соціально-правовий.

У першому випадку йдеться про те, що вже на ранніх стадіях розвитку цивілізації люди стихійно шукали засоби й форми захисту від можливих небажаних наслідків.

У сучасних умовах така передбачувальність проявляється у вигляді створення фондів ризику та застосування різних методів мінімізації ризику, що дозволяє з одного боку використовувати конструктивність ризику, а з другого – захищати підприємця від негативних наслідків. Таким чином сама природа ризику спонукає суб'єкта господарювання захистити об'єкт від негативних наслідків ризикованої події.

Сутність соціально-правового аспекту захисної функції проявляється у забезпеченні прав новатора на ризик, оскільки необхідні правові й економічні гарантії, які б виключали у випадку невдачі покарання працівників, що йдуть на ризик. Практична реалізація цього аспекту пов'язана з введенням в кримінально-господарське й трудове законодавство категорії правомірного ризику, яке б відокремлювало б випадки, в яких негативні наслідки настали від некомпетентності й безгосподарності від тих випадків, коли було при прийнятті рішення було здійснене обґрунтування ризику.

## **ТЕМА 2. МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ.**

### **Види втрат у підприємницькій діяльності.**

Безпосередньо з категорією ризику пов'язані такі поняття як витрати, втрати й збитки.

У підприємницькій діяльності виділяють такі види втрат:

1). Матеріальні втрати – це додаткові затрати виробничих ресурсів непередбачені проектом або планом, або прямі втрати майна, продукції, енергії, тощо.

2). Трудові втрати – це втрати робочого часу викликані випадками непередбачені обставинами.

3). Фінансові втрати – це прямий грошовий збиток пов'язаний з:

- непередбаченими платежами (виплата штрафів, додаткових податків);
- втратою грошових коштів;
- недоотриманням коштів із передбачених джерел (при неповерненні боргів, зниження ринкових цін на продукцію, що реалізується; не оплата покупцями реалізованої продукції);
- макроекономічними змінами (інфляція, валютний курс, тощо).

4). Втрати часу. На практиці процес прийняття рішень обумовлюється втратами, які виникають внаслідок передчасного або запізненого прийняття рішень. Таким чином втрати часу викликаються несвоєчасністю рішення, а також виникають коли процес реалізації такого рішення відбувається повільніше ніж це передбачалось.

5). Спеціальні втрати – це втрати, які проявляються у вигляді нанесення збитків здоров'ю та життю людей, оточуючому середовищу, престижу підприємця, або в наслідок інших несприятливих соціальних і морально-психологічних наслідків.

За видами діяльності розрізняють такі види втрат:

- втрати у виробничому підприємстві;
- втрати у комерційному підприємстві;
- втрати у фінансовому підприємстві.

Розуміння природи втрат в господарській практиці дозволить найбільш повно оцінити негативний вплив на результати такої діяльності будь – якого ризикованого рішення.

### **Ідентифікація ризику як перший етап його оцінки й обґрунтування.**

Основними принципами ризик-менеджменту є принцип масштабності й принцип мінімізації.

Суть першого полягає в тому, що господарюючий суб'єкт повинен прагнути до найбільш повного охоплення можливих сфер виникнення ризиків. Основним методом, що дозволяє ідентифікувати ці сфери ризику є причинно-наслідковий метод. Сутність якого можна зобразити графічно:

Метод дає змогу розглядати господарське рішення одночасно в декількох вимірах, відшукуючи “слабкі місця” з закладеним потенціалом негативних наслідків.





Рис. 1.2. Схема ідентифікації ризиків в господарській діяльності

### Класифікація ризику.

Для забезпечення можливостей повного охоплення ризиків в господарській практиці, полегшення оцінки та забезпечення ефективного підбору заходів по мінімізації ризику, здійснюється його класифікація.

Розрізняють наступні види ризику згідно з класифікаційними ознаками:

1). За належністю до країни функціонування господарського об'єкта:

- внутрішні;
- зовнішні.

2). За рівнем виникнення:

- фірмовий (мікрорівень);
- галузевий;
- міжгалузевий;
- регіональний;
- державний;
- глобальний.

3). За сферою походження:

- соціально-політичний;
- адміністративно-законодавчий;
- виробничий;
- комерційний;
- фінансовий;
- природно-екологічний;
- демографічний;
- геополітичний.

4). В залежності від причин виникнення:

- ризики, пов'язані з невизначеністю майбутнього;
- пов'язані з нестачею інформації;
- пов'язані із суб'єктивним впливом.

5). За ступенем обґрунтованості прийнятого ризику:

- обґрунтований;
- частково обґрунтований;

- авантюрний.

6). За ступенем системності:

- системний (систематичний);

- несистематичний (унікальний – носять разовий характер).

7). У відповідності до допустимих меж:

- допустимий;

- критичний;

- катастрофічний.

8). За адекватністю часу прийняття рішення:

- попереджувальний;

- поточний;

- запізнілий.

9). В залежності від кількості осіб, що приймають рішення:

- індивідуальний;

- колективний.

10). За характером дії:

- динамічний – це ризик непередбачуваних втрат, які може нести підприємство протягом деякого періоду часу;

- статистичний – це ризик можливих втрат, які несе підприємство за короткий період часу.

11). В залежності від можливого результату:

- чистий;

- спекулятивний.

Чисті ризики – передбачають отримання або нульового, або негативного результату. До них належать: погодні ризики, виробничі ризики.

Спекулятивні – виражаються в можливості отримання як позитивного, так і негативного результату. До них відноситься більша частина фінансових ризиків, в тому числі інвестиційний ризик.

В результаті проведених досліджень окремих галузей господарської діяльності для них виявили усталені характерні комплекси ризиків.

Види ризиків цінних паперів:

1. ризик падіння загально-ринкових цін;

2. ризик інфляції;

3. галузевий ризик;

4. фінансовий ризик;

5. ризик ліквідності цінних паперів;

6. систематичний і несистематичний ризики.

Ризик у фінансовому менеджменті:

Фінансовий ризик являє собою частину комерційного ризику і характеризується потенційними фінансовими втратами.

В фінансовому менеджменті виділяють такі основні види ризиків:

- кредитний;

- відсотковий;

- валютний;

- ризик втрачених фінансових зисків.

Фінансовий менеджмент у практичній діяльності проявляється в двох аспектах:

1. як складова частина господарської діяльності суб'єкта ринку;
2. як спеціалізована галузь підприємницької діяльності.

Банківський ризик як ризик спеціалізованої фінансової установи:

- кредитний;
- відсотковий;
- валютний;
- ризик ліквідності банку;
- ризик фінансування;
- акціонерний ризик;
- товарний ризик;
- ризик андерфракенгу (ризик гарантування випуску цінних паперів);
- політичний ризик;
- загальноекономічний ризик;
- демографічний ризик;
- ризик репутації.

Валютний ризик

Валютний ризик – це загроза втрат, пов'язаних із зміною курсу іноземних валют під час здійснення угод по їх купівлі-продажу.

Основні види валютного ризику:

- трансляційний ризик – випадкове зменшення певної суми коштів (пасивів підприємства) у результаті перерахунку їх вартості з однієї валюти в іншу.
- операційний валютний ризик – це випадкове зменшення чистого притоку грошових коштів (зниження прибутків) від господарських операцій у результаті зміни валютного курсу.
- економічний валютний ризик виражається через випадкове зниження конкурентоспроможності товару, зниження довгострокової рентабельності підприємства внаслідок зміни валютного курсу.

Інвестиційний ризик

Представляє собою можливість неотримання, недоотримання або невчасного отримання коштів від проекту, на реалізацію якого здійснено інвестиції.

Виділяють такі ризики інвестування:

1) в залежності від сфери прояву:

- економічні;
- політичні;
- соціальні;
- екологічні;
- інші.

2) за формами інвестування:

- ризик реального інвестування;
- ризик фінансового фінансування.

3). в залежності від джерел виникнення:

- систематичний, який “вбудований” у механізм дії інвестиційного ринку і не залежать від конкретного проекту;
- несистематичний ризик або ризик, який пов'язаний з функціонуванням даного конкретного інвестиційного проекту.

### ТЕМА 3. СИСТЕМА ЕКОНОМІЧНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКУ.

#### Поведінка суб'єктів ризику.

Схильність людини до ризику є категорією суб'єктивною, тобто індивідуальною для кожної особи і впливає на манеру прийняття рішення керівника будь-якого рівня, що, в свою чергу, може визначити ризик об'єкта, а отже і ефективність його функціонування.

Теорія ризику виділяє три моделі людини в залежності від схильності до ризику.

Графічно поведінку можна представити на малюнках.

1). Якщо для людини більш бажаним є отримання гарантованого доходу ніж участь у ризикованому проєкті, то така людина не є схильною до ризику.

Плата за ризик – це сума коштів, яку людина неохоча до ризику готова заплатити, щоб уникнути ризику.

2). Якщо людині байдуже чи обрати участь у ризикованому проєкті, чи отримання гарантованого виграшу, то така людина нейтральна до ризику.

3). Якщо для людини ризикований проєкт є більш привабливим порівняно з отриманням гарантованого виграшу, то ця людина є схильною до ризику.



Рис. 1.3. Моделі поведінки осіб в залежності від схильності до ризику.

Але в реальному житті кожна людина являє собою складне поєднання різних схильностей, що стосується і схильності до ризику. Статистичні дослідження показали, що людина може мати схильність до ризику коли йдеться про невеликі суми грошей і надзвичайно обережною щодо значних сум коштів. Тому функція корисності реальної людини здебільшого має такий вигляд:

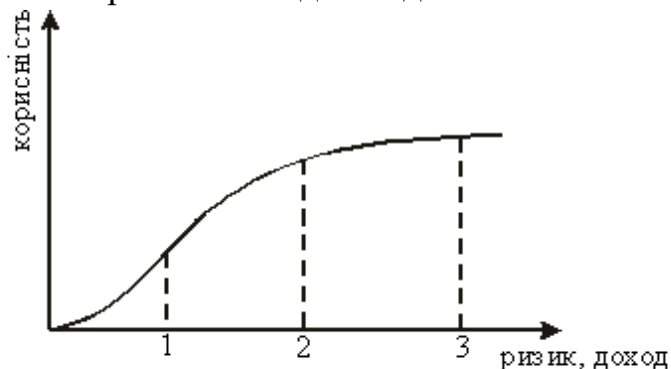


Рис. 1.4. Модель поведінки реальної особи щодо схильності до ризику

Мета діяльності будь-якого менеджера полягає у постійному пристосуванні до обставин, у спробах модифікувати, змінити обставини, що склалися або у відкладені рішення на деякий час із тим, щоб зменшити ризик. При чому в залежності від особистої схильності до ризику та інших психічних характеристик, менеджер може пристосуватись до ризику двома шляхами. Розрізняють внутрішні й зовнішні пристосування до ризику.

Зовнішнє пристосування до ризику або екстравертність приставляє собою сукупність способів і методів за допомогою яких суб'єкт ризику намагається активно вплинути на зовнішнє середовище.

Внутрішнє пристосування або інтравертність характерне для осіб мало схильних до ризику, переконані у неможливості прямого впливу на зовнішнє середовище. Їх основні інструменти – це збір додаткової інформації, виграш у часі, поглиблення, обґрунтування варіантів рішення та генерація нових альтернатив рішень.

### Ставлення до ризику й ефективність ризику.

Для характеристики поведінки суб'єкта в умовах ринку у залежності від його ставлення до ризику розглянемо наступний приклад.

На малюнку представлено характеристику п'яти компаній у залежності від рівня ризику та віддачі. Використовуючи діаграму ризику необхідно оцінити стратегію інвестора та/або менеджера у залежності від схильності до ризику.

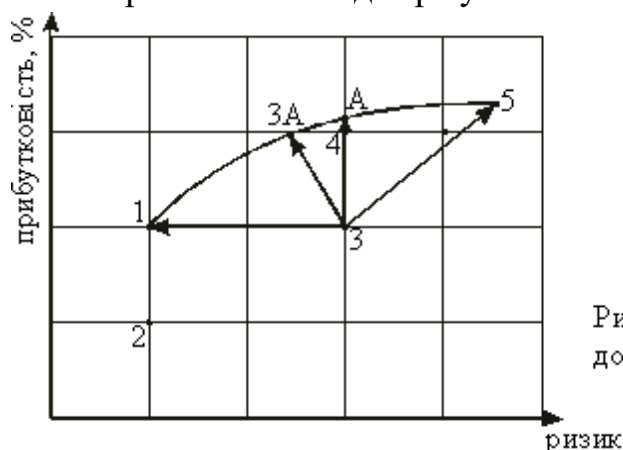


Рис. 1.5 Залежність між ризиком та доходом

Ситуація з точки зору інвестора.

Інвестиції в акції Компанії 1, що є підприємством обробної промисловості дають помірний доход і ризикованість їх низька – це майже безпечні інвестиції.

Компанія 2 є підприємством тієї ж галузі, що і перша. Вона більша за Компанію 1 і працює в галузі вже багато років. Компанія 2 має хорошу репутацію, тому рівень ризику її акцій приблизно такий як у Компанії 1. Проте прибутковість їх вдвічі нижча.

Компанія 3 також працює в обробній промисловості, прибутковість акцій компанії така ж сама як і в Компанії 1. Але останнім часом вона швидко розширює свою діяльність, тому інвестиції в її акції є більш ризикованими ніж у Компаній 1 і 2.

Компанія 4 працює в іншій галузі, ніж попередні компанії. Прибутковість її акцій вища ніж у Компанії 3, у той час як рівень ризику такий самий як і в Компанії 3.

Акції Компанії 5 мають значно більший ризик ніж акції Компанії 4, а

прибутковість їх лише трохи вища ніж у Компанії 4.

В залежності від міри схильності до ризику інвестор обере такі акції:

- особа не схильна до ризику акції Компанії 1
- помірно не схильна ризикувати акції Компанії 4
- майже схильна ризикувати акції Компанії 5
- схильна ризикувати акції Компанії 3

Крива А відображає інвестиції, за яких ризик є ефективним, тобто показує можливі інвестиції, віддача яких максимальна за даного виду ризику.

Інвестиції, яким відповідають точки нижче кривої ефективності не є привабливим для інвестора.

Стратегія менеджера Компанії 3:

3 - 1. Це стратегія, що передбачає зниження рівня ризику з допомогою різних заходів ризик - менеджменту, залишаючи прибутковість компанії не змінною.

3 - 4. Ця стратегія передбачає реалізацію резервів по підвищенню прибутковості роботи компанії із збереженням існуючого рівня ризику.

3 - 3А. Полягає у поєднанні заходів по зменшенню рівня ризику з реалізацією резервів підвищення прибутковості.

3 - 5. Стратегія радикальних змін у напрямках діяльності компанії, що дозволить при певному збільшенні рівня ризику досягти росту прибутковості компанії.

Підвищення продуктивності праці на підприємстві, зменшення її заборгованості, підвищення віддачі компанії – це ті цілі, що ставляться для того, щоб ризик фірми був ефективним, тоді як спосіб досягнення їх залежить від особистого ставлення менеджера до ризику.

## ТЕМА 4. СИСТЕМА СОЦІАЛЬНОГО РИЗИК - ПРОГНОЗУВАННЯ.

### 1. Ризик в абсолютному вираженні.

Для здійснення кількісної оцінки економічного ризику підприємець повинен керуватись двома категоріями:

- 1). Величиною очікуваних втрат спричинених конкретним рішенням.
- 2). Ймовірністю настання цих втрат.

Для оцінювання ймовірності може застосовуватись один із двох методів:

- 1). Суб'єктивний метод оцінки ймовірності.
- 2). Об'єктивний метод (обробка статистичних даних).

Система кількісних оцінок ризику в абсолютному виразі складається з таких:

- У випадку, коли рішення є альтернативним, тобто можливі лише два наслідки його реалізації, показники ризику розраховуються за такою залежністю:

$$R = X_H * P_H, \quad (2.1),$$

де  $X_H$  – величина збитків у разі настання негативного наслідку рішення,  $P_H$  – ймовірність настання негативного наслідку.

- У випадку, якщо рішення мають декілька (безліч) наслідків реалізації, використовують показники:

· математичне сподівання. Математичне сподівання дискретційної величини представляє собою суму добутків можливих варіантів цієї величини на їх

імовірність: 
$$M(x) = \sum_{i=1}^n X_i \cdot P_i \quad (2.2),$$

при чому основною умовою використання цієї формули є: 
$$\sum_{i=1}^n P_i = 1 \quad (2.3).$$

Математичне сподівання для неперервної величини: 
$$M(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx \quad (2.4);$$

· показник дисперсії характеризує ступінь мінливості реальних даних деякої випадкової величини навколо математичного сподівання. Визначається як математичне сподівання квадратів відхилень індивідуальних значень випадкової величини від її математичного сподівання:  $\sigma^2 = M(x - M(x))^2$

Для дисперсійної величини формула дисперсії має вигляд:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - M(x))^2 \cdot P_i \quad (2.5).$$

Для неперервної величини: 
$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - M(x))^2 f(x) dx \quad (2.6).$$

· середньо квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{M(x - M(x))^2} \quad (2.7);$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - M(x))^2 \cdot p_i} \quad (2.8).$$

Іноді для оцінки величини ризику в абсолютному виразі використовують ймовірність настання небажаних наслідків, тобто величини  $P$ . Для неперервних величин при оцінці ризику іноді достатнім є зображення густоти розподілу

випадкових величин  $X$  на графіку (Рис. 2.1):

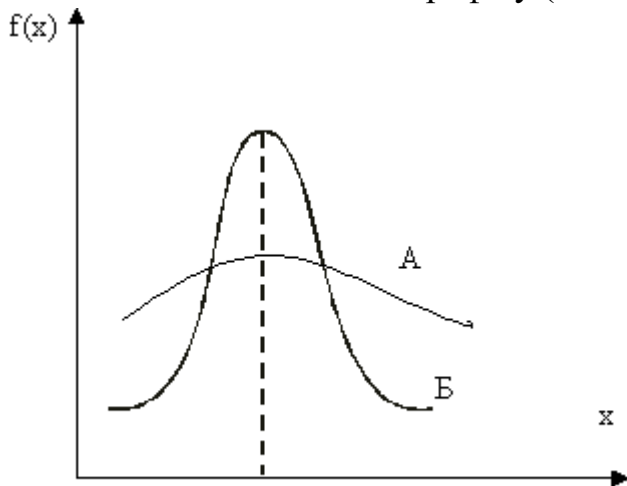


Рис. 2.1 Криві щільності розподілу ймовірностей випадкових втрат по проектам

З наведених на малюнку прикладів розподілу віддачі проекту А і Б можна зробити висновок, що ризик проекту Б є меншим ніж ризик проекту А, оскільки менша його розсіюваність навколо середнього значення.

## 2. Ризик у відносному виразі.

Іноді для оцінки ризику при обґрунтуванні рішення не достатньо абсолютних показників. У такому випадку здійснюють розрахунок відносних показників. У відносному виразі ризик визначається:

1). коефіцієнтом ризику, який визначається як відношення величини максимальних втрат від даного виду діяльності до деякої бази порівнянь (за таку базу може прийматись обсяг власних ресурсів підприємства, загальні величини втрати по даному виду діяльності або сподіваний дохід від даного виду діяльності):

, (2.9)

де  $X$  – величина максимально можливих втрат;  $K$  – база порівнянь.

Приклад:

Емігрант з України включається в гру на фондовій біржі після того як отримав роботу і має стабільний дохід. Заощадивши власні 10000 доларів, він взяв у борг ще 40000 доларів під 10%-річних і вклав всі 50000 доларів в акції однієї з компаній, розраховуючи на річне зростання курсу 20%. Але фактичний курс почав падати з ряду причин і коли він знизився на 40% емігрант вирішив позбутися ненадійних акцій, у результаті чого збитки привели його до банкрутства. Його знайомий американець також вклав власні 50000 доларів в акції тієї ж фірми, а потім продав їх, проте американцю вдалося уникнути банкрутства. Чому збанкрутував емігрант?

Розв'язок

1). Визначаємо збитки, які зазнав емігрант:  $10000 + 40000 \cdot 1,1 - 30000 = 24000$  доларів. Власний капітал емігранта 10000 доларів.

$$W_{\text{еміг}} = \frac{24}{10} = 2,4$$

2). Збитки американця дорівнюють 20000 доларам: вклав 50000 дол., повернув



30000 дол. Власний капітал 50000 доларів.

$$W_{\text{емиг}} = \frac{20}{50} = 0,4$$

У наведеній фінансовій операції ступінь ризику емігранта у 6 разів переважає ступінь ризику американця, тому він і зазнав банкрутства.

2). Коефіцієнт варіації

$$\sigma_v = \frac{\sigma}{M(x)} \quad (2.10).$$

Цей показник, як правило завершує проведення дисперсійного аналізу ризику і використовується при наявності масиву статистичної інформації. При чому, чим більший цей показник, тим більшим є ризик, пов'язаний з даним проектом.

### 3. Ризик та нерівність Чебишева.

Дисперсійний аналіз іноді не повністю характеризує ризик проекту. Проте дає необхідний матеріал для оцінки граничних шансів інвестора. Теоретичною базою для цього є нерівність Чебишева, яка має такий вигляд: ймовірність того, що випадкова величина відхиляється по модулю від свого математичного сподівання більше ніж на задану величину  $\sigma$  не перевищує дисперсії цієї величини поділеної на квадрат :

$$P\{|X - M| \geq \sigma\} \leq (2.11).$$

При цьому необхідною умовою для виконання нерівності є:

$$\frac{\sigma^2}{\sigma^2} \leq 1 \text{ або } \sigma^2 \leq (2.12).$$

Приклад застосування нерівності Чебишева для обґрунтування рішень:

- припустимо, що інвестиції здійснюються за рахунок кредиту взятого під відсотки  $r_s$  під заставу нерухомості. Яка ймовірність того, що інвестор не зможе повернути свій борг і позбудеться нерухомості.

Розв'язок:

Інвестор позбудеться нерухомості, якщо реальна віддача буде меншою за відсоток по кредиту:

$$R < r_s \quad (2.13)$$

$$-(R - m) > m - r_s \quad (2.14)$$

$$P\{R - m < m - r_s\} \leq (2.15).$$

Виходячи з останньої формули, шанс збанкрутувати для підприємства не перевищує величину  $\sigma^2 / (m - r_s)^2$ .

Звичайно, при цьому обов'язковою є умова раціональності кредиту, коли  $m > r_s$ .

Таким чином задаючись ймовірністю банкрутства, підприємець може визначити проекти, віддача яких знизить небезпеку банкрутства. Так, якщо прийняти ймовірність банкрутства  $1/9$ , то достатньо щоб виконувалось правило "трьох  $\sigma$ ".

$$\text{Якщо ймовірність } 1/9, \text{ то } 1/9 \frac{\sigma^2}{(m - r_s)^2} \quad (2.16)$$

$$m \geq r_s + 3\sigma \quad (2.17)$$

## ТЕМА 5. МЕТОДИ ТЕХНІЧНОГО АНАЛІЗУ РИЗИКУ.

### 1. Допустимий критичний та катастрофічний ризик. Крива щільності розподілу ймовірності настання випадкових втрат.

Для більш глибокого інтервального оцінювання ризикованого проекту будують криві щільності розподілу ймовірності випадкових збитків, визначають зони ризику.

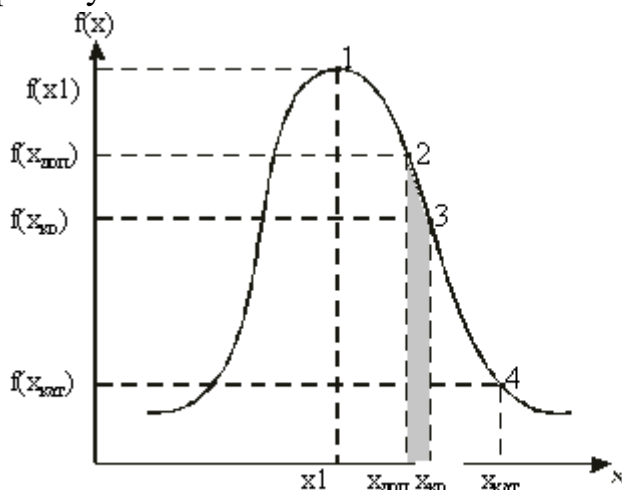


Рис. 2.2 Типова крива щільності розподілу ймовірностей випадкових втрат

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.

Ймовірність допустимого ризику визначається за залежністю:

$$F(x) = \int_{x_{\text{доп}}}^{x_{\text{кр}}} f(x) dx \quad (2.18).$$

Зоною допустимого ризику розуміють область у межах якої даний вид підприємницької діяльності зберігає свою економічну доцільність, тобто випадкові збитки не перевищують очікуваного підприємницького ризику від проекту.

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

Ймовірність критичних ризиків визначається за залежністю:

$$F(x) = \int_{x_{\text{доп}}}^{x_{\text{кат}}} f(x) dx \quad (2.19).$$

Під зоною критичного ризику розуміють область випадкових збитків, розміри яких перевищують величину очікуваного підприємницького збитку і сягають величини розрахованої виручки.

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

Ймовірність катастрофічного ризику визначається шляхом інтегрування:

$$F(x) = \int_{x_{кр}}^{x_{кат}} f(x) dx \quad (2.20).$$

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.

Частіше всього під час прийняття економічних рішень підприємця цікавить не стільки ймовірність певного рівня втрат, скільки ймовірність, що його втрати не перевищать певної позначки.

$$W(x) = 1 - F(x) \quad (2.21).$$

$W(x)$  – це функція розподілу ймовірностей перевищення певного рівня випадкових збитків. Їй відповідає наступна крива:

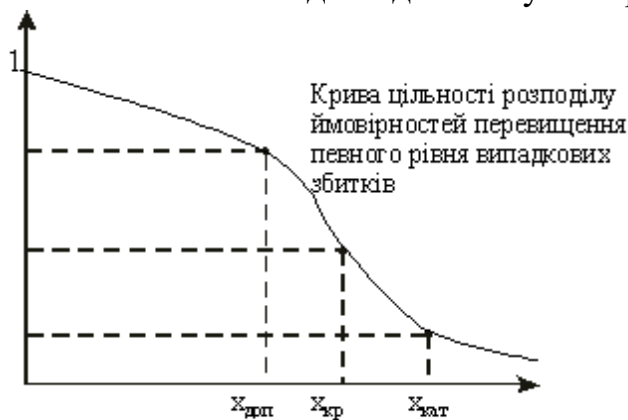


Рис. 2.3 Крива щільності розподілу ймовірностей перевищення певного рівня втрат

При побудові цієї кривої приймається, що ймовірність втрат більших за 0 дорівнює 1. Із зростанням цього рівня збитків ймовірність цього рівня монотонно спадає. При обмеженому зростанні рівня втрат ймовірність його перевищення прямує до 0.

Показники ризику:

- 1). Показник допустимого ризику – це ймовірність того, що трати 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).

Розрахунок зазначених показників дає змогу зробити судження про різні стадії ризикованості проекту і захистити рішення на кожному етапі реалізації проекту. Але для обґрунтування рішення недостатньо лише здійснити розрахунок зазначених показників, необхідно також встановити їх граничні величини. Такі граничні значення називають критеріями, відповідно допустимого, критичного і катастрофічного ризиків.

В господарській практиці можна орієнтуватись на такі критерії:

- критерії допустимого ризику  $K_d=0,1$
- критерії критичного ризику  $K_{кр}=0,01$
- критерії катастрофічного ризику  $K_{кат}=0,001$

Критерії ризику означають, що на угоду неварто йти, якщо:

- в 10 випадках зі 100 можна втратити весь прибуток від угоди;
- в 1 випадку зі 100 можна втратити всю розрахункову виручку;
- в 1 випадку із 1000 можна втратити майно.

Приймаючи рішення, підприємець на підставі попередніх розрахунків повинен орієнтуватись на наступні умови:

- показник допустимого ризику не повинен перевищувати 0,1;
- показник критичного ризику не повинен перевищувати 0,01;
- показник катастрофічного ризику не повинен перевищувати 0,001.

## 2. 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 відповідно 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

$$Пл = \frac{Вт}{В} \quad (2.22),$$

де В – вартість всіх його активів (інвестицій).

2). Показник ризику ліквідності

$$Крл = \frac{Вт + Вв}{Вс + Вн} \quad (2.23),$$

де  $Вт$  – вартість терміноволіквідних активів;  $Вв$  – вартість високоліквідних активів;

$Вс$  – вартість середньоліквідних активів;  $Вн$  – вартість низьколіквідних активів.

Чим більшим є показник 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.

### 3. Коефіцієнт чутливості $\beta$ .

Одним з основних показників, які застосовують при аналізі фінансових ризиків є: показник систематичного ризику або коефіцієнт чутливості  $\beta$ .

Систематичний ризик – це ризик, що характеризує цінні папери і пов'язаний із ймовірністю подій, які впливають на весь фондовий ринок в цілому. Тобто не залежить від виду цінних паперів, а тому не усувається шляхом диверсифікації. Показник  $\beta$  кількісно характеризує змінюваність доходів певної акції (цінного паперу) відносно доходів по середньому портфелю, яким в найширшому випадку є весь ринок цінних паперів.

Показник  $\beta$  для середньоринкової акції дорівнює 1. Крім того, показник  $\beta$  певного активу характеризує щільність або тісноту зв'язку між біржовим курсом цього активу та загальним станом ринку.

Показник  $\beta$  розраховується за залежністю:

$$\beta = R \cdot \frac{\sigma_i}{\sigma_p} \quad (2.24),$$

де  $\sigma_i$ ,  $\sigma_p$  – середньоквадратичні відхилення норм доходності відповідно і-того активу та ринкового індексу,  $R$  – коефіцієнт кореляції, тобто тісноти зв'язку між нормою доходності і-того активу і зміною ринкового індексу.

Якщо  $\beta$  певного активу менший 1. То він має менший систематичний ризик ніж середньоринковий (середній по портфелю). Відповідно, якщо  $\beta=1$ , то має такий самий систематичний ризик, а якщо  $\beta>1$ , то більший за середньоринковий або середній по портфелю, що досліджується.

## ТЕМА 6. ЕКСТРАПОЛЯЦІЙНІ МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ РИЗИКУ.

### 1. Оцінка ризику: рівень ризику і ризик часу.

Процес аналізу ризику включає такі процедури:

- виявлення можливих варіантів розв'язку проблеми;
- визначення потенційних наслідків реалізації прийнятого рішення;
- інтегральна оцінка ризику, яка включає кількісний і якісний аспект.

Існуючі методи оцінки ризику покликані в комплексі реалізовувати зазначені процедури. Але і в їх рамках зберігаються загальні тенденції оцінювання ризику за двома напрямками: рівень ризику та ризик часу.

Рівень ризику представляє собою оцінку співвідношення масштабу очікуваних втрат до обсягу майна підприємства, а також ймовірністю настання цих втрат.

При здійсненні оцінки рівня ризику будь-яким методом вихідним параметром є мінливість наслідків конкретного рішення.

Мінливість – це кількість коливань, які трапляються в ряді значень при відхиленні їх від характерної середньої величини.

Основний постулат рівня ризику: чим вища мінливість, тим більший рівень ризику проекту.

Під вільними від ризику інвестиціями розуміють такі, для яких ймовірність настання втрат (відхилень від середнього) близька до нуля, а розмір втрат по відношенню до наявного майна не великий.

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

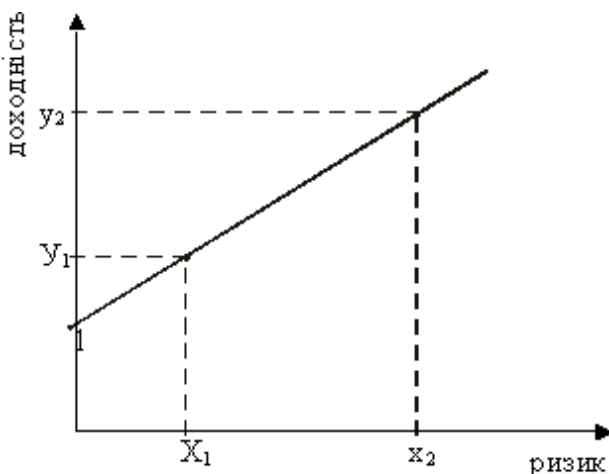


Рис. 3.1. Залежність між ризиком та доходом

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 довше є термін реалізації рішення, тим більшим є ризик.

Коли гарантовано, що інвестиції не принесуть збитків і гроші вкладаються на короткий період, то їх називають безпечними.

Якщо підприємець вкладає кошти в інвестиції з більшим терміном погашення або

такі, що є менш гарантованими, то його загальна величина ризику складається з безпечної ставки та премії за ризик.

Безпечна ставка – це процентна ставка, що сплачується на безризиковані активи, що мають гарантований дохід і короткий термін погашення.

Премія за ризик – це необхідна норма доходу понад безпечну ставку, яка сплачується інвестору за його готовність ризикувати, вкладаючи кошти в довготривалі об'єкти інвестування.

Приклад.

Залежність ризику від термінів погашення інвестицій

Об'єкт інвестування	Термін погашення	Безпечна ставка	Премія за ризик	Загальний ризик
1. Державні облігації	90 днів	5%	0	5
2. Державні облігації	1 рік	5%	2	7
3. Державні облігації	20 років	5%	4	9
4. Облігації корпорації	20 років	5%	5	10

Ризик для короткострокових і гарантованих цінних паперів набагато менший ніж для довгострокових і не гарантованих, але і менша їх премія за ризик.

## 2. Методи оцінки економічного ризику.

Виділяють наступні основні методи оцінки економічного ризику:

- статистичний;
- метод доцільності затрат;
- метод експертних оцінок;
- аналітичний метод;
- метод аналогів.

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

$$f = \frac{n'}{n_{\text{заг}}} \quad (3.1), \text{ де}$$

$n'$  – кількість випадків настання втрат в статистичній вибірці,  $n_{\text{заг}}$  – загальна кількість випадків, що розглядались у статистичній вибірці.

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

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.

2.2 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 припинення асигнувань по проекту.

Для здійснення аналізу коштів, що вкладаються в інвестиційний процес і відповідно піддаються ризику загальнофінансовий 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 прослідкувати негативні тенденції і тим самим зменшити ймовірність ризику банкрутства на підприємстві.

2.3 При дослідженні складних систем, до яких входять і фінансові системи, виникають проблеми, які виходять за межі формальних математичних поставок задач. Тому дуже часто для оцінки ризику використовують метод експертного оцінювання. Основна ідея цього методу полягає у використанні інтелекту людей та їх здатності знаходити рішення слабо формалізованих задач.

Методика проведення експертного оцінювання:

- 1). формування мети оцінювання;
- 2). постановка задачі;
- 3). створення групи управління процесом оцінювання;
- 4). опис форми отримання необхідних результатів;



5). підбір експертів та визначення їх компетентності;

Підбір експертів повинен здійснюватись таким чином, щоб фахівці, які увійшли в групу, по-перше, були обізнані в специфіці роботи даного підприємства (об'єкту рішень); по-друге, не були б зацікавлені у результатах оцінювання. Тому як правило, в групу експертів включають 2-3 фахівців даного підприємства і 2-3 зовнішніх експертів.

Компетентність експертів об'єктивно визначається ступенем їх кваліфікації у певній області знань, шляхом аналізу професійної, наукової та іншої діяльності.

Суб'єктивний метод оцінки компетентності полягає у взаємному оцінюванні кожним експертом кваліфікації своїх колег і своєї за певною шкалою. Після обробки результатів опитування встановлюється компетентність експертної групи, яка визначає можливу похибку оцінювання.

б). складання анкет опитування;

7). вибір методу отримання інформації;

8). безпосереднє опитування експертів;

9). обробка результатів і складання звіту для прийняття рішення.

Методи обробки результатів опитування:

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

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n K_{ij}} \quad (3.2),$$

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 школою відносної значимості 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.

2.4 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.

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 посиленні 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.

2.5 Для аналізу ризику, яким може бути обтяжений проект, може стати в нагоді інформація про вплив факторів ризику подібних за сутністю проектів, виконаних раніше. Для цього створюється інформаційна база і на підставі її дослідження роблять узагальнення і приймаються рішення щодо проекту. Недоліком цього методу є його описовий характер, а також той факт, що з часом вплив факторів ризику навіть на подібні проекти може змінитись, так само може змінитись і сам “ набір” факторів ризику.

## ТЕМА 7. ЕКСПЕРТНІ МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКУ.

### 1. Концепція корисності.

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 визначає ступінь задоволення, яке одержує суб'єкт від споживання товару чи виконання будь – якої дії.

Найбільш загальний підхід щодо оцінки ступеня (міри) ризику полягає у введенні функції корисності. Концепція функції корисності є одним з важливих елементів будь – якої сучасної економічної теорії. Вона дозволяє здійснити співвимірність споживчих елементів різних товарів.

Корисність включає важливу психологічну компоненту, тому що люди досягають корисності, отримуючи речі, що приносять їм задоволення. В економічному аналізі корисність часто використовується для того, щоб описати пріоритети при ранжуванні наборів споживчих товарів та послуг.

Застосовуючи різні функції корисності, можна описати будь – які варіанти оцінки випадкової економічної ситуації у вигляді сподіваного значення такої функції.

Введемо таке поняття як пріоритет, яке досить часто використовується суб'єктами прийняття рішень.

Позначимо поняття “пріоритетніше ніж”, “байдуже”, “не гірше ніж” відповідними символами  $>$ ,  $\sim$ ,  $>\sim$ .

Нестроге співвідношення пріоритетності “не гірше ніж” є одним із основних найпростіших понять; його записують так:

$$x >\sim y, (4.1)$$

де  $x$  та  $y$  є набором товарів чи послуг (точками простору  $X$ ).

Цей запис 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 гірший ніж  $y$ . Можна визначити поняття байдужості та строгої пріоритетності у термінах нестрого-го співвідношення пріоритетності: набори товарів  $x$  та  $y$  байдужі (еквівалентні) для споживача ( $x \sim y$ ) тоді і лише тоді, коли

$$x >\sim y \text{ та } y >\sim x. (4.2)$$

А коли споживач бажає обрати  $x$ , а не  $y$ , тобто  $x$  пріоритетніше, ніж  $y$  (записують  $x > y$ ), тоді і лише тоді, якщо  $x$  не гірше ніж  $y$ , а  $y$  не гірше ніж  $x$ . Значить  $x > y$  тоді і лише тоді, коли

$$x >\sim y, \text{ а } x >\sim y \text{ – несправедливе. } (4.3)$$

Надалі будемо вважати, що нестроге співвідношення пріоритетності задовольняє дві основні аксіоми.

Перша аксіома стверджує, що це співвідношення є досконалою напівупорядкованістю у просторі товарів  $X$ . Співвідношення називається досконалим, якщо для двох заданих наборів товарів  $x$  та  $y$  з  $X$  справедливе одне з двох співвідношень:

$x \succsim y$ , або  $y \succsim x$ , або одночасно. (4.4)

Це означає, що у просторі товарів немає таких “білих плям”, де пріоритет не існує. Співвідношення називають частковою впорядкованістю, якщо воно транзитивне, тоб-то для трьох заданих наборів  $x$ ,  $y$  та  $z$  із  $X$  виконується умова: якщо  $x \succsim y$  та  $y \succsim z$ , то  $x \succsim z$ , (4.5)

що виражає сумісність пріоритетів. І, якщо співвідношення рефлексивне, тобто для будь – якого  $x \in X$ :

$x \succsim x$ . (4.6)

Цей факт впливає з досконалості співвідношення.

Нестроге співвідношення пріоритетності є досконалою частковою впорядкованістю простору товарів і означає, що співвідношення байдужості є співвідношенням еквівалентності, яке транзитивне, оскільки при заданих  $x$ ,  $y$  та  $z \in X$ , якщо

$x \sim y$  та  $y \sim z$ , тоді  $x \sim z$  - рефлексивне, ( 4.7)

оскільки при заданому  $x \in X$ :  $x \sim x$ , ( 4.8)

та симетричне, оскільки при заданих  $x$  та  $y \in X$  :

$x \sim y$  означає  $y \sim x$ . (4.9)

Для доведення, наприклад, транзитивності зазначимо, що  $x \sim y$  та  $y \sim x$  означає з визначення байдужості, що  $x \succsim y$  та  $y \succsim z$  і що  $z \succsim y$  та  $y \succsim x$ . Тоді з транзитивності нестрогого співвідношення пріоритетності  $x \succsim z$  та  $z \succsim x$  випливає, що  $x \sim z$ .

Співвідношення байдужості, як співвідношення еквівалентності, ділить простір товарів  $X$  на класи еквівалентності – підмножини, що попарно не перетинаються, називаються множинами байдужості, кожна з яких складається з усіх наборів, байдужих заданому наборові

$I_x = \{ y \in X | y \sim x \}$  (4.10)

Друга основна аксіома стверджує, що нестроге співвідношення пріоритетності неперервне, тобто пріоритетні множини, кожна з яких складається з усіх наборів, що є пріоритетніші чи байдужі заданому набору  $X$ :

$P_x = \{ y \in X | y \succsim x \}$ , (4.11)

і непріоритетні множини, кожна з яких складається з усіх таких наборів, для яких заданий набір  $X$  пріоритетніший чи байдужий

$NP_x = \{ y \in X | x \succ y \}$ , (4.12)

є замкнутою множиною простору товарів для будь – якого  $x \in X$ .

За цією аксіомою обидві множини містять усі граничні точки, причому для обох множин ці точки утворюють множину байдужості  $I_x$ , рівну перетині  $P_x \cap NP_x$ .

З цих основних аксіом досконалої нестрогої впорядкованості та неперервності випливає, що існує неперервна дійсна функція, визначена на елементах множини  $X \in U(o)$ , котру називають функцією корисності і для якої

$U(x) \succsim U(y)$ , якщо  $x \succsim y$ . (4.13)

Функція корисності зіставляє кожному наборові споживчих товарів певне число в такий спосіб, що, якщо набір  $A$  пріоритетніший, ніж набір  $B$  ( $A \succ B$ ), то число, яке відповідає набору  $A$ , буде більшим, ніж те, що відповідає набору  $B$ .

Гранична корисність вимірює додаткове задоволення, яке отримує особа від споживання додаткової кількості товару.

Наприклад, гранична корисність, що пов’язана із зростанням споживання від 1 до

5 одиниць шоколаду, може дорівнювати 10, від 6 до 10 одиниць – 5, а від 11 до 15 одиниць – 3. Ці цифри узгоджуються з принципом зниження граничної корисності. У міру зростання споживання товару процес додаткового споживання дає усе менший приріст корисності.

## 2. Корисність за Нейманом. Сподівана корисність.

Для визначення корисності розглянемо вибір особи за умов ризику, який формалізується за допомогою поняття лотереї.

Для цього необхідно з множини пред'явлених експертам значень певного економічного показника (об'єкта) виділити два  $x^*$  та  $x^*$  таких, що  $x^* \sim x$  для всіх  $x^* \in X$  та  $x^* \succ x$  для всіх  $x \in X$ , тобто найменше пріоритетне, в певному сенсі, значення економічного показника (це буде “нуль” даної шкали інтервалів) і найбільш пріоритетне у певному сенсі значення показника (разом з “нулем” воно визначить масштаб даної шкали). Власне так побудована функція корисності Дж.Неймана і О.Моргенштерна. Експерти пропонують порівнювати альтернативу: 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. Максимальному та мінімальному 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, в якій особа може отримати  $x^*$  з імовірністю  $p(x)$  або  $x^*$  з імовірністю  $1-p(x)$ .

Корисність варіанту  $x$  визначається ймовірністю  $p(x)$ , при якій особі байдуже, що обирати  $x$  – гарантовано, чи лотерею  $L(x^*, p(x), x^*)$ , де  $x^*, x^*$  вектори, більш та менш пріоритетні порівняно з  $x$ .

Нехай  $L$  – лотерея, що приводить до виграшів (подій)  $x_1, x_2, \dots, x_N$  з відповідними ймовірностями  $p_1, p_2, \dots, p_N$ . Позначимо сподіваний виграш (математичне сподівання виграшу) через  $x$ :

$$\bar{x} = M(x) = \sum_{s=1}^N p_s \cdot x_s. \quad (4.14)$$

Справедлива головна формула теорії сподіваної корисності,

$$\bar{U} = MU(x(s)) = U(p_1, x_1; p_2, x_2; \dots p_N, x_N) = \sum_{s=1}^N p_s U(x_s) \quad (4.15)$$

тобто корисність ансамблю результатів збігається з математичним сподіванням корисності результатів.

Поняття детермінованого еквівалента лотереї  $L$  є одним з основних при розгляді різних характеристик ризику і їх взаємозв'язку з функціями корисності. Детермінований еквівалент лотереї  $L$  – це гарантована сума, отримання якої еквівалентне участі в лотереї, тобто  $\sim L$ . Отже визначається з рівняння

$$U(\cdot) = M[U(X)], \text{ тобто } = U-1MU(x). \quad (4.16)$$

Сподіваний виграш та детермінований еквівалент, визначені згідно з формулами (4.14) та (4.16), стосовно лотереї із скінченим числом можливих виграшів. Якщо можливі виграші описуються щільністю  $(x)$ , то сподіваний виграш у цій лотереї

дорівнює

$$\bar{x} = M(X) = \int x \varphi(x) dx, \quad (4.17)$$

а детермінований еквівалент є розв'язанням рівняння

$$\bar{U} = M[U(x)] = \int U(x) \varphi(x) dx. \quad (4.18)$$

Згідно з теорією сподіваної корисності, суб'єкт керування, що приймає рішення за умов невизначеності та ризику, повинен максимізувати математичне сподівання корисності результатів. Отже, якщо  $f(x, w)$  – вектор результатів, що залежить від вектора плану  $x$  та елементарної події  $w$ , то ефективність плану для значень  $w$ , які містяться у множині  $\Omega$ ,  $w \in \Omega$  з імовірнісною мірою  $P(dw)$ , має вид

$$F(x) = \int U(f(x, w)) p dw = M_w U(f(x, w)). \quad (4.19)$$

Величина  $P(dw)$  визначається або за статистичними методами при наявності необхідної кількості спостережень, або за допомогою спеціальних експертних процедур.

## ТЕМА 8. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ЕКОНОМІЧНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКУ.

### 1. Різні схильності до ризику та корисність

Особу, що приймає рішення, називають несхильною до ризику, якщо для неї більш пріоритетною є можливість отримати гарантовано сподіваний виграш у лотереї, ніж приймати в ній участь.

З попереднього відомо, що корисність лотереї збігається з математичним сподіванням корисності її випадкових результатів.

Отже, умова несхильності до ризику приймає вид

$$U(M[x(w)]) > M[U(x(w))], \quad (4.20)$$

де  $M(\cdot)$  – символ (оператор) математичного сподівання,

$x$  – випадкова величина, що залежить від елементарної події  $w$ .

Для зростаючих функцій корисності премією ( $\pi$ ) за ризик в лотереї  $L$  є різниця між сподіваним виграшем та детермінованим еквівалентом

$$\pi(x) = M[x(w)] - x^*. \quad (4.21)$$

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

$$CC(x) = -x^* = -U^{-1}(M[U(x(w))]), \quad (4.22)$$

Умова схильності до ризику має вид

$$U(M[x(w)]) < M[U(x(w))], \quad (4.23)$$

Умова байдужості до ризику має вид

$$U(M[x(w)]) = M[U(x(w))], \quad (4.24)$$

За своєю суттю премія за ризик (надбавка за ризик) – це сума (в одиницях виміру критерію  $x$ ), якою суб'єкт керування (особа, що приймає рішення) згоден знехтувати (поступитися нею) з середнього виграшу (тобто ця сума менша, ніж математичне сподівання виграшу), за те, щоб уникнути ризику, пов'язаного з лотереєю.

Якщо особа, що приймає рішення зіштовхується з несприятливою для неї лотереєю (тобто лотереєю, що менш пріоритетна ніж стан, в якому вона у даний час знаходиться), то природно виникає питання, скільки вона заплатила б (в одиницях виміру критерію  $x$ ) за те, щоб не брати участі у цій лотереї (уникнути її).

На рис. 4.1 показано, як графічно можна зобразити ставлення особи до ризику. Крива, що задає рівень корисності (на осі ординат), котрий може бути досягнутий за відповідним рівнем доходу (відкладеного в графіку на осі абсцис). Ця крива

ілюструє неохочість особи до ризику.

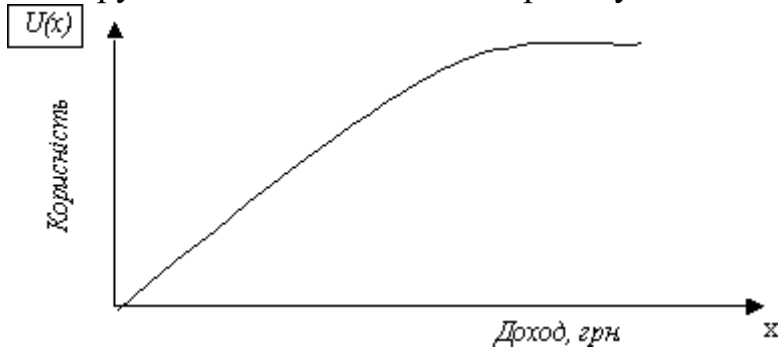


Рис. 4.1. Функція корисності особи, що неохильна до ризику

#### 4. Криві байдужості.

На основі функції корисності в декартовій системі координат можна предста-вити криву байдужості. Розглянемо її економічну сутність. Чим більше середньоква-дратичне відхилення - тим гірше (за інших однакових умов). У свою чергу, чим біль-ший сподіваний прибуток - тим краще. Припустимо, що середньоквадратичне відхи-лення доходу певного проекту збільшується. У цьому разі його корисність зменшу-ється. Для того, щоб зберегти корисність на попередньому рівні, необхідно збільшити сподіваний прибуток. Таким чином, сподіваний прибуток може компенсувати вели-чину ризику. Таким чином, криві байдужості - це комбінація сподіваних доходнос-тей і відповідних їм ризиків, які мають однакову корисність для інвестора, це лінія, що об'єднує еквівалентні, з точки зору певної особи, комбінації: "сподіваний прибу-ток - ступінь ризику".

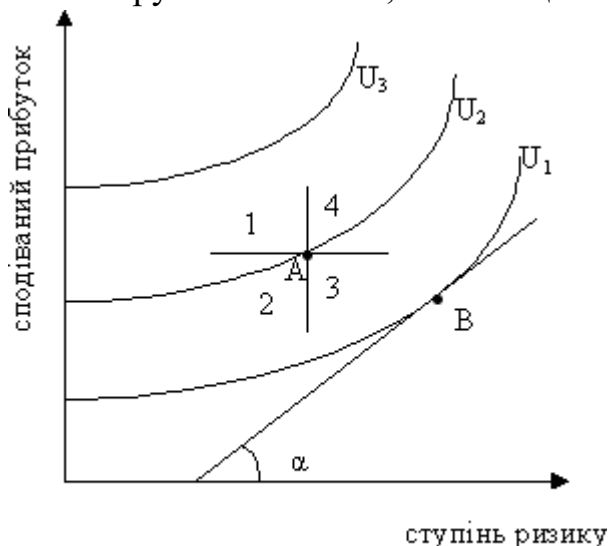


Рис. 4.2. Поверхні (криві) байдужості

Характерний вигляд таких поверхонь байдужості зображений на Рис. 4.2 Будемо позначати сподіваний прибуток через  $\mu$ , а середньоквадратичне відхилення доходу (ступінь ризику) через  $\sigma$ . Звернемо увагу на точку А. В області 1 містяться заздалегідь кращі комбінації "сподіваний прибуток - ступінь ризику", оскільки в цій області сподіваний



прибуток більший, а ступінь ризику менший. Аналогічно область 3 містить заздалегідь гірші комбінації, оскільки сподіваний дохід тут менший, а ступінь ризику - більший. Отже, поверхня байдужості, яка містить еквівалентні сполуки, повинна проходити через області 2 та 4. Користуючись цими міркуваннями, можна з'ясувати, що поверхня байдужості  $U_3$  містить сполуки з більшою корисністю, ніж  $U_2$  та  $U_1$ , а  $U_2$  - з більшою, ніж  $U_1$ .

Для сподіваного доходу та оцінки ризику (за допомогою середньоквадратичного відхилення) можна запровадити поняття граничної норми заміни.

Граничною нормою заміни ступеня ризику сподіваним доходом ( $MRS_{\sigma\mu}$ ) будемо називати величину сподіваного доходу, що еквівалентна одиниці зміни ступеня ризику.

Геометрично гранична норма заміни ступеня ризику сподіваним доходом є тангенсом кута нахилу до поверхні байдужості "сподіваний дохід - ступінь ризику" (Рис. 4.2). На ньому тангенс кута  $a$  є граничною нормою заміни ступеня ризику сподіваним доходом.

З того, що ризик - антиблаго, впливає додатність граничної норми заміни ризику сподіваним доходом. Це означає, що кожна додаткова одиниця ступеня ризику повинна компенсуватись додатнім приростом сподіваного доходу.

На Рис. 4.2 також відображена важлива особливість поверхонь байдужості в просторі "сподіваний дохід - ризик". Вона полягає в тому, що кожна додаткова одиниця ризику вимагає все більшої компенсації сподіваним доходом. Тобто, йдеться про зростаючу граничну норму заміни ризику сподіваним доходом.

Основні властивості кривих байдужості:

1. Вони опуклі донизу, не перетинаються, хоча не обов'язково паралельні (як дохідність, так і ризик мають свою корисність для підприємця, тому пересуваючись вздовж кривої підприємець отримує більший дохід і відповідно більший ризик.
2. Мають від'ємний знак і чим більше схильний інвестор до ризику, тим менший кут нахилу кривої байдужості до осі  $OX$ .
3. Направлення зростання корисності проходить вгору і вліво.
4. Криві байдужості є спадаючими, оскільки для підприємця існує точка максимального ризику, вище якої він ризикувати не буде, тому подальше незначне збільшення ризику повинно приносити все більший дохід, щоб задоволення корисності від діяльності залишалось незмінним.

Кожен суб'єкт управління має свій графік кривих байдужості, які будуються на основі власної функції корисності. Для побудови функції корисності для будь-якого економічного показника може використовуватись наступна схема:

1. Визначається найкраще і найгірше з можливих допустимих значень показника, їм присвоюється значення корисності відповідно 100 і 0 (якщо корисність оцінюється за 100-бальною шкалою).
2. Розглядається декілька проміжних значень і визначаються для них значення корисності (експертним методом).
3. Після того, як кожен член експертної групи дав самостійну оцінку корисності проміжних значень, розраховуються середні значення цих оцінок.
4. Якщо спостерігається розсіювання значень для будь-якого із значень показника, то потрібно повернутись до попереднього кроку, тобто потрібне подальше

узгоджен-ня думок експертів до досягнення прийнятого діапазону розсіювання оцінок.

5. Знаходиться функція корисності шляхом побудови функції регресії методом най-менших квадратів.

## ТЕМА 9. РИЗИК - МОДЕЛІ ОКРЕМИХ ГАЛУЗЕЙ ЕКОНОМІКИ.

### 1. Функція ризику.

Для дослідження статистичних моделей за умов ризику та невизначеності виходять із схеми, що передбачає наявність:

- у суб'єкта керування – множини взаємовиключаючих рішень  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ , одне з яких йому необхідно прийняти;
- множини взаємовиключаючих станів економічного середовища, однак, суб'єктові керування невідомо, у якому стані буде знаходитись середовище;
- у суб'єкта керування – функціонал оцінювання  $F = \{f_{kj}\}$ , що характеризує “виграш” чи “програш” під час вибору рішення  $x_k \in X$ , якщо середовище знаходиться (буде знаходитися) у стані  $\emptyset_j \in \emptyset$ .

Творча складова прийняття рішень за умов ризику має вирішальне значення.

Формальна складова процесу прийняття рішення за умов невизначеності полягає у проведенні розрахунків, за існуючими алгоритмами, показників ефективності, що входять у визначення функціоналу оцінювання  $F = \{f_{kj}\}$ , та розрахунків для знаходження оптимального розв'язку  $x^* \in X$  (чи множини таких розв'язків  $X^* \subset X$ ), згідно з обраними критерієм прийняття рішень.

Функціонал оцінювання  $F$  має позитивний інгредієнт, якщо намагається досягнути

$$\max_{x_k \in X} \{f_{kj}\} \quad (5.1)$$

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

Для негативного інгредієнта, якщо намагаються досягнути відповідно записують

$$\min_{x_k \in X} \{f_{kj}\}, \quad (5.2)$$

$F = F^- = \{f_{kj}^-\}$ .

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

Так звана функція ризику визначається як лінійне перетворення позитивно чи негативно заданого інгредієнта функціоналу оцінювання до відносних одиниць вимірювання. Таке перетворення встановлює початок відліку функціоналу оцінювання для кожного стану економічного середовища  $\emptyset_j \in \emptyset$ :

1) для  $F^+$ , коли мають зафіксований стан середовища  $\emptyset_j \in \emptyset$  знаходять

$$l_j = \max_{x \in X} \{f_{kj}^+\}; \quad j = ; k = ; \quad (5.3)$$

функція ризику визначається у виді

$$r_{kj} = r_j(x_k) = l_j - f; j = \overline{1, n}; k = \overline{1, m}; \quad (5.4)$$

2) для  $F$  -, при фіксованих  $\emptyset_j \in \emptyset$  знаходять

$$L_j = \min_{x \in X} \{f_{kj}\}; j = \overline{1, n}; k = \overline{1, m}; \quad (5.5)$$

функція ризику визначається у вигляді

$$r_{kj} = r_j(x_k) = f - L_j; j = \overline{1, n}; k = \overline{1, m}; \quad (5.6)$$

## 2. Критерії прийняття рішень при заданому розподілі ймовірностей

Спочатку дамо визначення інформаційної ситуації.

Під інформаційною ситуацією  $J$  розуміють певний ступінь градації невизначеності вибору середовищем своїх станів у момент прийняття рішення. За класифікатором інформаційних ситуацій, пов'язаних з невизначеністю середовища, виділяють шість інформаційних ситуацій:

- $J_1$  – характеризується заданим розподілом апіорних ймовірностей на елементах множини  $\emptyset$ ;
- $J_2$  – характеризується заданим розподілом ймовірностей з невідомими параметрами;
- $J_3$  – характеризується заданою системою лінійних співвідношень на компонентах апіорного розподілу станів середовища;
- $J_4$  – характеризується невідомим розподілом ймовірностей на елементах множини  $\emptyset$ ;
- $J_5$  – характеризуються антагоністичними інтересами середовища у процесі прийняття рішень;
- $J_6$  – характеризуються як проміжні між  $J_1$  та  $J_5$  при виборі середовища своїх станів.

Отже, перша інформаційна ситуація  $J_1$  має місце тоді, коли мають апіорний розподіл ймовірностей

$$P = (p_1, p_2, \dots, p_j), p_j = p(\emptyset = \emptyset_j), \sum_{j=1}^n p_j = 1 \text{ на елементах } \emptyset_j \in \emptyset.$$

Ця ситуація є, мабуть, найбільш розповсюдженою в більшості практичних задач прийняття рішень за умов ризику. При цьому ефективно використовуються конструктивні методи теорії ймовірностей та математичної статистики. Розглянемо один із критеріїв прийняття рішень у цій ситуації.

Критерій Байєса

Суть критерію – максимізація математичного сподівання функціоналу оцінювання. Назва критерію пов'язана з перетворенням формул апіорних ймовірностей у апо-стеріорні. Критерій Байєса часто називають критерієм середніх (сподіваних) затрат (критерієм ризику при  $F=F$  -).

Згідно з критерієм Байєса оптимальними розв'язками  $x \in X$  (або множиною таких оптимальних рішень) вважаються такі рішення, для котрих математичне сподівання функціоналу оцінювання досягає найбільшого можливого значення.

$$B^+(x_{k_0}, p) = \max_{x_k \in X} F^+(x_k, p) = \max_{x_k \in X} M F^+ = \max_{x_k \in X} \left[ \sum_{j=1}^n p_j f_{kj}^+ \right]. \quad (5.7)$$

Якщо максимум досягається на декількох рішеннях з  $x$ , множину яких позначимо через  $\Phi$ , то такі рішення називають еквівалентними.

Величина  $B^+(x_k, p) = \sum_{j=1}^n p_j f_{kj}^+$  називається байєсівським значенням функціоналу

оцінювання для рішення  $x_k \in X$ . Критерій Байєса є найбільш розповсюдженим в інформаційній ситуації J1. Цей критерій тісно пов'язаний з аксіомами теорії корисності (аксіома Неймана та Моргенштерна), де сумарна сподівана корисність ви-значається як математичне сподівання корисностей окремих результатів.

Якщо функціонал оцінювання задано у формі  $F$  -, то замість оператора  $\max$  математичного сподівання використовується  $\min$  математичного сподівання.

Якщо функціонал оцінювання задано в ризиках, то сподівану величину  $B^-(x_k, p)$  називають байєсівським ризиком для розв'язку  $x_k$ .

У першій інформаційній ситуації J1 при прийнятті рішень за умов ризику користуються апіорними ймовірностями.

### 3. Критерії прийняття рішень, коли невідомий розподіл ймовірностей

Інформаційна ситуація J4 характеризується невідомим розподілом  $P=(p_1, \dots,$

$p_n)$ ,  $p_j = P\{\Theta = \Theta_j\}$ ,  $\sum_{j=1}^n p_j = 1$  на елементах  $\Theta$ , з одного боку, та відсутністю активної

протидії середовища цілям щодо прийняття рішень суб'єктом керування з іншого. Поводження "пасивної природи", що досліджується у теорії статистичних рішень, та середовища співпадає. Інакше кажучи, ситуація J4 характеризується цілковитим незнанням суб'єктом керування про те, що стосується ймовірності поведінки середовища.

На практиці такі ситуації виникають, коли впроваджуються на підприємствах зразки нової техніки, коли мова йде про реалізацію нових зразків товарів народного споживання, коли зовсім невідомий попит, а також при відпрацюванні у виробництві нових технологічних способів, транспортних маршрутів тощо.

#### Критерій Бернуллі-Лапласа

В основу цього критерію покладено відомий "принцип недостатніх підстав". Він вперше був сформульований Бернуллі і в загальних рисах означає: якщо немає даних для того, щоб вважати один стан середовища з множини  $\Theta$  більш ймовірним, ніж будь-який інший стан середовища з множини  $\Theta$ , то апіорні ймовірності  $p_j$  станів середовища треба вважати рівними, тобто згідно з принципом недостатніх підстав точкові оцінки визначаються так

$$p_j = \frac{1}{n}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (5.8)$$

Ці оцінки розподілу апіорних ймовірностей дозволяють застосовувати критерії першої інформаційної ситуації J1.

Критерій Бернуллі-Лапласа, що ґрунтується на застосуванні критерію Байєса та принципу недостатніх підстав для одержання оцінок апіорних ймовірностей  $p_j$ , формулюється таким чином.

Оптимальним згідно з критерієм Бернуллі-Лапласа є те рішення

$x_{k_0} \in X$ , **котре задовільняє умову**  $B^+(x_{k_0}, p) = \max_{x_k \in X} B^+(x_k, p)$ , де

$$B^+(x_k, p) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n f_{kj}^+ \quad (5.9)$$

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

Домінування розв'язку  $x_k$  над розв'язком  $x_i$  можна гарантувати у тому і лише в то-му випадку, коли

$$B^+(x_k, p) - B^+(x_i, p) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (f_{kj}^+ - f_{ij}^+) \quad (5.10)$$

Тому необхідною і достатньою умовою пріоритету розв'язку  $x_k$  з множини  $X$  є ви-користання нерівності

$$\min_{x_k \in X} \sum_{j=1}^n (f_{kj}^+ - f_{ij}^+) \geq 0 \quad (5.11)$$

### Принцип максимуму Гіббса-Джейнса

Згідно з принципом Гіббса-Джейнса найбільш характерними розподілами ймовірностей станів невизначеного середовища є такі розподіли, котрі максимізують вибрану міру невизначеності при заданій інформації щодо поводження середовища.

Тут використовується формалізм відтворення невідомих законів розподілу випадкової величини за наявності обмежень з умов максимуму ентропії Шеннона:

$$H(p) = - \sum_{j=1}^n (p_j \ln p_j) \quad (5.12)$$

Необхідно зазначити, що  $H(p)$  являє собою міру невизначеності, що знаходиться з розподілу апіорних ймовірностей  $p$  станів середовища.

Формалізм Джейнса постулює: найменш сумнівним розподілом ймовірностей буде такий, що максимізує невизначеність при врахуванні всієї заданої інформації.

Застосування принципу максимальної невизначеності Гіббса-Джейнса за умов інформаційної ситуації J4 дозволяє визначити точкову оцінку з умов

$$\bar{H}(p) = \max_{p \in \Delta^n} H(p) = \max_{p \in \Delta^n} \left\{ - \sum_{j=1}^n p_j \ln p_j \right\} \quad (5.13),$$

у виді . Однак точкова оцінка апіорного розподілу станів середовища постулюється також принципом Бернуллі-Лапаса.

Суттєвою перевагою принципу максимальної невизначеності Гіббса-Джейнса є те, що існує можливість одержання оцінок апіорного розподілу, в яких суб'єктом керування можуть бути накладені обмеження на розподіл апіорних ймовірностей станів середовища, наприклад, у формі задання середніх та

дисперсій (ризик) характеристик значень функціоналу оцінювання  $F$ .

#### 4. Критерії прийняття рішень у ситуації, що характеризується антагоністичними інтересами середовища

На відміну від “пасивного” середовища чи середовища, стан якого реалізується згідно з заданим розподілом ймовірностей, активне середовище прагне до вибору таких станів з множини  $\Theta$ , для котрих функціонал оцінювання  $F=F^+$  приймає мінімальне значення з множини своїх можливих значень. Основною тенденцією для суб’єкта керування буде при цьому забезпечення собі гарантованих (максимінних) рівнів значень функціоналу оцінювання, тобто зведення ризику до нуля.

Таким чином, у ситуації  $J5$  невизначеність цілком обумовлена тим, що суб’єктові керування невідомо, в якому стані з множини  $\Theta$  знаходиться економічне середовище. У теоретичній моделі ступінь невизначеності зменшений через припущення, що економічне середовище активно протидіє досягненню найбільшої ефективності рішень, що приймаються, шляхом вибору таких своїх станів, які зводять до мінімуму максимальну ефективність процесу управління. Коли  $F=F^+$ , то згідно з принципом максимуму кожному рішенням  $x \in X$  присвоюють як показник його гарантований рівень, що визначається найменшим за станом середовища значенням функціоналу

$$\tilde{f}_k^+ = \min_{\theta \in \Theta} \{f_{k\theta}^+\}. \quad (5.14)$$

Оптимальним називають таке рішення, для якого

$$\tilde{f}_{k_0}^+ = \max_{x_k \in X} \{\tilde{f}_k^+\}. \quad (5.15)$$

Тобто, критерій Вальда ґрунтується на максимінному принципі для  $F=F^+$ , що полягає у прийнятті такого рішення, яке задовольняє умові

$$\tilde{f}_{k_0}^+ = \max_{x_k \in X} \min_{\theta \in \Theta} \{f_{k\theta}^+\}. \quad (5.16)$$

#### Критерій мінімального ризику Севіджа

Цей критерій був запропонований у 1951 році і на даний час є одним із основних критеріїв, що задовольняє принципів мінімаксу.

У критерії Севіджа функціонал оцінюється вираженням у формі ризику  $F=F^-$ . Згідно з цим критерієм оптимальним рішенням є таке, що задовольняє умові

$$\tilde{f}_{k_0}^- = \min_{x_k \in X} \tilde{f}_k^- = \min_{x_k \in X} \max_{\theta \in \Theta} f_{k\theta}^- \quad (5.17)$$

Доречним обмеженням у критерії Севіджа є обмеження виду

$$B^-(x_k, \frac{1}{n}) \leq \tilde{B}_0^- \quad \text{для усіх } x_k \in X \quad (5.18)$$

## 5. Шоста інформаційна ситуація

Інформаційна ситуація J6 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. Якою б “неясною” інформація не була, суб’єкт керування хоч і не може постулювати яку-небудь конкретну інформаційну ситуацію  $J_i (i = \overline{1,5})$ , але може встановити деякий рівень песимізму - оп-тимізму.

Для другого типу вважається, що суб’єкт керування має інформацію про стан середовища, яка є “проміжною” між інформаційними ситуаціями J1 та J5, тобто для цього випадку така інформаційна ситуація знаходиться між двома крайніми ситуаціями J1 та J5, що характеризуються, з одного боку, повним або частковим знанням щодо розподілів ймовірностей на  $\emptyset$ , а з другого – антагоністичною поведінкою середовища.

### Критерій Гурвіца

Критерій Вальда та Севіджа песимістичні в тому розумінні, що з кожним рішенням вони поєднують стан середовища, що призводить до гарантованих (безризикових) наслідків для прийнятого суб’єктом керування рішення. Але можна спробувати врахувати поведінку середовища, що вважається для суб’єкта керування зваженою комбінацією найкращого та найгіршого.

Такий підхід до вибору критерію прийняття рішення, відомий як критерій показника песимізму – оптимізму, був вперше запропонований Гурвіцем.

Особливістю цього критерію є те, що він передбачає не повний антагонізм середовища, а лише частковий.

Сутність критерію Гурвіца полягає в знаходженні оптимального рішення  $x_{k_0}$  (або множини таких рішень  $\overline{X}$ ), для якого виконується умова

$$\lambda \min_{\theta_j \in \Theta} f_{k_0j}^{1+} + (1-\lambda) \max_{\theta_j \in \Theta} f_{k_0j}^{2+} = \max_{x_k \in X} \{ \lambda \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^{1+} + (1-\lambda) \max_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^{2+} \} \quad (5.19)$$

при фіксованому  $\lambda \in [0,1]$ . Якщо позначити

$$f_k^1 = \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+, f_k^2 = \max_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+, \quad (5.20)$$

то для фіксованого  $\lambda \in [0,1]$  з кожним рішенням  $x_k \in X$  можна поєднати показник

$$f_{\lambda k} = \lambda f_k^1 + (1-\lambda) f_k^2, \text{ який будемо називати } \lambda \text{ показником Гурвіца рішення } x_k \in X.$$

### Критерій Ходжеса-Лемана

Ходжес та Леман стверджують, що в практиці прийняття рішень за умов невизначеності інформації щодо стану середовища часто знаходиться між повним незнанням та точним знанням апріорного розподілу.

Критерій Ходжеса-Лемана дозволяє використати можливу інформацію, яку має суб’єкт керування, але в той самий час забезпечує заданий рівень гарантії у випадку, коли ця інформація неточна. В деякому розумінні критерій Ходжеса-Лемана являє собою “суміш” критеріїв Байєса та Вальда.

## ТЕМА 10. ЕКОНОМІЧНІ МОДЕЛІ РИЗИКУ.

### 1. Системні властивості рішень

У ринковій економіці підвищуються вимоги до забезпечення прийнятного рівня ризику та надійності планів і економічних рішень, бо за “ненадійність”, не виправдану ризикованість доводиться розраховуватися власними коштами. Зокрема, якщо еко-номічна система буде мати низькі маневрові властивості, то це не дозволяє швидко реагувати на умови функціонування та розвитку, що постійно змінюються.

Одним з основних напрямків урахування невизначеності, неповноти інформації у теорії оптимального планування є концепція адаптивності плану.

Системні властивості планових рішень слід розглядати з урахуванням в явній формі таких важливих характеристик планів як ризик та надійність їх реалізації, ела-стичність, маневреність, гнучкість, інерційність, живучість, стійкість тощо. Серед характеристик господарських планів найбільш важливою є їх ефективність.

Через зміну умов реалізації плану фактичний рівень ефективності може значно відхилятися від планового, що зумовлює нестабільність, нестійкість та підвищений ризик у функціонуванні економічної системи. Якщо за несприятливих умов уро-жайність кормових культур знизилася на 25 %, то це призведе до зниження надоїв молока через відсутність кормів більш ніж на 25 %, що негативно вплине на обсяг ви-ручки, одержаної від реалізації продукції, прибутку та рентабельності. Тому одним з важливих завдань планування є проблема стійкості, стабільності показників ефектив-ності тощо.

Між системними характеристиками планів існує тісний зв'язок: між ризиком та надійністю, надійністю та еластичністю, ризиком та еластичністю. Наприклад, маневрені якості планів мають значний вплив на еластичність, надійність, ризикованість.

### 2. Еластичність рішень

Еластичність – це економічна категорія, яка характеризує міру реагування однієї змінної величини на зміну іншої. Еластичність – це показник, що показує процентну зміну однієї залежної змінної внаслідок однопроцентної зміни іншої змінної.

Існують різні способи характеристики еластичності плану, серед яких найчастіше використовується такий: вивчається ступінь впливу рівня забезпеченості ресурсами та виробництво продукції, його ефективність. Досить зручно встановлювати зв'язок між показниками недопоставки ресурсів і відносної зміни обсягу виробництва продукції. Наприклад,  $B_l$  – обсяг виробництва  $l$ -ї продукції;  $D_i$  – обсяг  $i$ -го ресурсу;  $\Delta D_i$  - обсяг недопоставки  $i$ -го ресурсу;  $\Delta B_l$  - недовипуск  $l$ -ї продукції.

Тоді  $\frac{\Delta D_i}{D_i}$  характеризує рівень недозабезпеченості  $i$ -м ресурсом,  $\frac{\Delta B_l}{B_l}$  недовипуск продукції.



Якщо відомий механізм формування оптимального плану, то можна встановити залежність

$$F\left(\frac{\Delta B_l}{B_l} \frac{\Delta D_i}{D_i}\right) = 0, (l = \overline{1, L}, i = \overline{1, I})$$

У кожній точці цього відношення  $q_{li} = \frac{\Delta B_l}{B_l} \div \frac{\Delta D_i}{D_i}$  характеризує жорсткість, а

обернена величина  $E_{li} = \frac{1}{q_{li}}$  - еластичність плану.

Оскільки економічні системи ієрархічні, то для забезпечення відповідного рівня еластичності всієї системи необхідно, щоб плани нижчих рівнів системи задовольняли відповідний рівень еластичності, тобто задається норматив еластичності. Для вищого рівня ієрархії системи треба визначити оптимальну еластичність.

### 3. Надійність та ризикованість планів розвитку та функціонування економічних об'єктів

Адаптивний підхід до планування розвитку та функціонування економічних систем передбачає, що методика прийняття планових рішень за умов невизначеності інформації (вхідні та внутрішні параметри) повинна охоплювати як стадії проектних розробок плану, так і відображати способи аналізу та оцінки ризикованості плану, а також способів компенсації чи нейтралізації негативних збурюючих дій.

Надійність визначається як потенційна ймовірність виконання плану. Ризик (напруженість) – як ймовірність його невиконання.

Ці два поняття взаємопов'язані. На практиці вводять бали ризикованості планів і цю величину розраховують за формулою

$$R_k = A(1 - H_k) \quad (6.1) \quad \text{або} \quad R_k = \frac{B}{H_k} \quad (6.2),$$

де  $R_k$  – ризикованість (напруженість) планів по  $k$ -й продукції;

$A, B$  – коефіцієнти бальності;

$H_k$  – надійність планів по  $k$ -й продукції.

У практиці планування йдеться зокрема про стимулювання напруженості (ризикованості) планів. При цьому слід пам'ятати, що максимальній надійності відповідає мінімальний ризик (напруженість) і навпаки.

Прийняття планового рішення за умов невизначеності передбачає:

1. Прийняття плану з максимальною чи достатньою надійністю його виконання. При цьому надійність плану характеризує ступінь певності у виконанні рішень, які у ньому містяться.
2. Наявність кількісної оцінки надійності та ризику як оцінок міри відхилення фактичних значень тих чи інших показників від запроектованих.
3. Вияв засобів і способів забезпечення необхідного рівня ризику через відповідний рівень надійності та адаптивності розвитку систем, що в свою чергу проявляється через допустимі варіанти економічного маневрування у цій системі.

Для визначення надійності функціонування економічної системи використовують апарат теорії надійності технічних систем. Для цього розробляють структурну схему об'єкта, визначають ймовірність характеристики для окремих елементів та зв'язків.

Якщо економічну систему можна зобразити як послідовне об'єднання окремих елементів, то її надійність визначається за формулою

$$H = \prod_{m=1}^m H_m, \quad (6.3)$$

де  $H_m$  – надійність  $m$ -го елементу.

Наприклад, надійність роботи машинобудівного об'єднання визначається надійністю роботи заготівельних, механічних цехів та слюсарно-складальних цехів тощо.

При паралельному з'єднанні окремих елементів у процесі виробництва надійність визначається за формулою

$$H = 1 - \prod_{m=1}^m (1 - H_m). \quad (6.4)$$

Підвищити надійність (зменшити ризик) можна за рахунок різних факторів, серед яких найвагоміше є підвищення еластичності планів. Між надійністю і еластичністю існує тісний взаємозв'язок, тобто має місце така залежність

$$H_l = 1 - \sum_{i=1}^I M(\Delta D_i) / \sum_{i=1}^I D_i \cdot E_{li}^*, \quad (l = \overline{1, L}), \quad (6.2)$$

де  $H_l$  - надійність плану по випуску  $l$ -ї продукції;

$M(\Delta D_i)$  математичне сподівання недопостачання  $i$ -го ресурсу;

- середній в діапазоні  $(0; \Delta D_i)$  коефіцієнт еластичності по випуску  $l$ -ї продукції.

Оскільки в промисловості, сільському господарстві, будівництві одночасно виробляють багато видів продукції, то виникає потреба визначити надійність (ризикованість) плану по випуску продукції по валу. Для цього використовують формулу

$$H = 1 - \sum_{i=1}^I M\left(\frac{\Delta D_i}{D_i}\right) \sum_{l=1}^L C_l \cdot B_l \cdot e_{li}^* / \sum_{l=1}^L C_l \cdot B_l, \quad (6.6)$$

де  $H$  – надійність плану по валу;

$M\left(\frac{\Delta D_i}{D_i}\right)$  - математичне сподівання відносної недопоставки  $i$ -го ресурсу;

$C_l$  - вартість одиниці  $l$ -ї продукції;  $B_l$  – обсяг  $l$ -ї продукції.

З цієї формули випливає, що надійність плану по валу залежить від рівня еластичності, розміру планового завдання, а також від функції розподілу недопоставки ре-сурсів. На рівень еластичності діють такі основні фактори:

- резерви ресурсів та продукції;
- маневреність планів;
- взаємозамінюваність продукції, ресурсів, технологій тощо.

За допомогою резервів ресурсів можна теоретично досягнути будь-якої еластичності, але при цьому мають місце різні витрати амортизаційних

відрахувань, втрати ресурсів під час зберігання, ризик невикористаних можливостей у виробництві продукції тощо. Тобто існує необхідність мати оптимальний рівень резервів.

#### **4. Маневреність рішень**

Маневреність рішень – це важливий фактор поліпшення еластичності, підвищення надійності та зниження ризикованості планів.

Маневреність розглядається як реакція системи на змінення зовнішніх та внутрішніх умов реалізації плану, а також цільових його стратегій.

Затверджені, а особливо реалізовані рішення, набувають властивостей інертності, бо вже здійснені деякі заходи. Змінення умов реалізації плану потребує корекції значень шуканих параметрів. Однак змінення умов відбувається, як правило, в той момент, коли шукані параметри вже внесли відповідний “внесок” необерненості плану. Ця необерненість якраз і розглядається як додаткові обмеження на маневрування елементами системи, що представлені у відповідній моделі шуканими параметрами.

Таким чином, кожному інерційному планові можна співставити свою інерційну післядію. Задача полягає у тому, щоб на стадіях до затвердження планових рішень врахувати їх післядію, тобто характеристики наступного інерційного поведіння кожного з можливих варіантів.

Існує широка гама можливостей маневрування:

- 1) ресурсами;
- 2) продукцією;
- 3) способами функціонування;
- 4) інтенсивностями способів.

По кожному з перелічених напрямків можливі два способи маневрування:

- зміна об’ємних характеристик;
- організація взаємозаміни у межах наявних можливостей.

Слід зазначити, що маневреність – це категорія, якою можна і треба керувати. Тому вона виступає як важлива характеристика оптимальних планів, на яку суттєво діють некеровані внутрішні та зовнішні фактори.

Маневреність через еластичність впливає на рівень ризику. При розробці надійних, з допустимим ризиком, еластичних планів треба виходити із конкретних умов і цільових стратегій.

## ТЕМА 11. ГЛОБАЛЬНЕ РИЗИК - МОДЕЛЮВАННЯ.

### 1. Основні принципи розробки інвестиційної стратегії з урахуванням ризику.

Під інвестиційною стратегією розуміють формування системи довготермінових цілей інвестиційної діяльності підприємства і вибір та обґрунтування найбільш ефективних шляхів їх досягнення.

Процес формування інвестиційної стратегії фірми здійснюється за такими етапами:

1. визначення періоду, на який формується інвестиційна стратегія;
2. постановка цілей інвестиційного процесу;
3. розробка шляхів (напрямків) стратегії для досягнення представлених цілей;
4. розробка тактичних напрямків інвестиційної діяльності;
5. підбір та обґрунтування конкретних інвестиційних проектів в рамках обраної тактики з визначенням термінів їх реалізації;
6. оцінка сформованої інвестиційної стратегії.

Грамотно сформована інвестиційна стратегія дозволяє підприємцю при прийнятті рішення максимально врахувати фактор ризику і захистити об'єкт господарювання від значних втрат пов'язані з конкретним об'єктом.

#### 2. Показники оцінки інвестиційних проектів з урахуванням ризику.

Метою оцінки інвестиційних проектів є максимізація віддачі в поєднанні із зниженням до прийнятих меж ступеня ризику інвестування. При оцінці інвестиційних проектів розраховують такі показники:

- Чистий потік грошових доходів NCF – це різниця між очікуваними надходженнями від проекту за певний період і видатками по проекту. Кількісно визначається як сума чистого прибутку по проекту та загальною сумою амортизаційних відрахувань.

Економічна сутність – це сума коштів, якими підприємство може вільно розпоряджатись в різні періоди року, що аналізується.

- Період окупності інвестицій (Т) – це кількість років необхідних для повної компенсації видатків по проекту доходами від цього ж проекту.

- Чиста теперішня вартість проекту – це показник, який дозволяє врахувати фактор часу, а отже, і ризик при обґрунтуванні інвестиційного проекту.

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{CoF_t}{(1+r)^t} \quad (7.1), \text{ де}$$

CF – чистий потік доходу; CoF – чистий потік витрат по проекту; r – дисконтна ставка;

T – тривалість життєвого циклу проекту; t – порядковий номер року.

Якщо чиста теперішня вартість є додатною, то це означає можливе зростання вартості фірми, тому такий проект вважається доцільним для впровадження.

- Внутрішня ставка доходу – це така норма доходу по проекту, за якої чиста теперішня вартість його дорівнює нулю. Це така норма дисконту, яка зрівнює дисконтний потік доходу з величиною інвестиційних витрат IRR, визначається з рівняння:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{C_F}{(1 + IRR)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{C_{O_F}}{(1 + IRR)^t} = 0 \quad (7.2)$$

Згідно з цим критерієм до реалізації повинні допускатись лише ті проекти, для яких розмір внутрішньої ставки доходу є більшим ніж ціна капіталу, необхідного для інвестування.

4 Індекс прибутковості – це показник ефективності інвестиційних проектів, що розглядаються. Він визначається як відношення теперішньої вартості потоку доходів по проекту до теперішньої вартості видатків по проекту:

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{C_F}{(1 + r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_{O_F}}{(1 + r)^t}} \quad (7.3).$$

Проекти, для яких індекс прибутковості більший 1 повинен братись до реалізації, серед альтернативних проектів перевага надається тому, для якого PI більший.

### 3. Методи оцінки ризику і прийняття інвестиційних рішень.

Оцінювання ризиків інвестиційних проектів та їх вплив на ризик підприємства в цілому є одним з найважливіших елементів при обґрунтуванні доцільності інвестицій. При цьому ризик може враховуватись різними способами:

- 1). коригування сподіваних доходів по проекту (коли у процесі розрахунку показників беруть до уваги різні можливі варіанти надходжень і здійснюються через показники математичного сподівання;
- 2). Коригування дисконтної ставки, яка приймається при розрахунку показників ефективності проекту.

На практиці для оцінки ризику інвестицій і прийняття інвестиційного рішення використовують два основні методи:

1. Аналіз та оцінка чутливості інвестиційного проекту. Цей метод дозволяє дати відповідь на питання, який вплив на показники ефективності проекту має зміна в певних межах окремого параметру ризику.
2. Аналіз та оцінка інвестиційного проекту з допомогою інвестиційного моделювання (корпоративної імітаційної моделі). Цей метод дозволяє визначити ефективність інвестиційних проектів з одночасним врахуванням ризиків спричинених такими факторами як високий рівень інфляції, структурної зміни в ціноутворенні, проблеми взаємних платежів і т.п.

Така модель відображає реальну діяльність фірми і прогнозує реальні потоки надходження по проекту в різні періоди часу, крім того цей метод дозволяє, по-перше, враховувати одночасно вплив всіх параметрів ризику і, по-друге, враховує вплив кореляції цих параметрів між собою.

### 4. Вплив інвестиційних проектів на ризик підприємства. Оцінка ризику проекту на основі лінії ринку капіталів.

Розглядаючи ризик окремих інвестиційних проектів потрібно брати до уваги не лише їх індивідуальний ризик, але й і вплив на ризик фірми в цілому.

Аналізуючи проблему ризику пов'язаного з інвестиційними процесами на діючих підставах слід звернути увагу на проблему ефективності інвестиційного портфелю. Суть цієї проблеми полягає у тому, що в межах певної фірми завжди існують різні види і напрямки діяльності у зв'язку з чим всі активи на підприємстві можуть бути умовно поділені за різними напрямками діяльності, а підприємство можна трактувати як портфель, що складається з різних активів. Окремі складові цього портфелю можуть мати різну віддачу і різну мінливість доходності під впливом зовнішніх факторів, тобто різний ризик.

Взаємозалежність між ризиком інвестиційних проектів і ризиком підприємства в цілому можна аналізувати за методикою Моделі Оцінки Капітальних Активів, за якою ризик інвестицій залежить від ризику інвестиційного портфелю, яким в ідеальному випадку є весь фондовий ринок і показник, який показує цю залежність – коефіцієнт  $\beta$ , а ризик портфелю підприємства в свою чергу залежить від індивідуальних ризиків проектів.

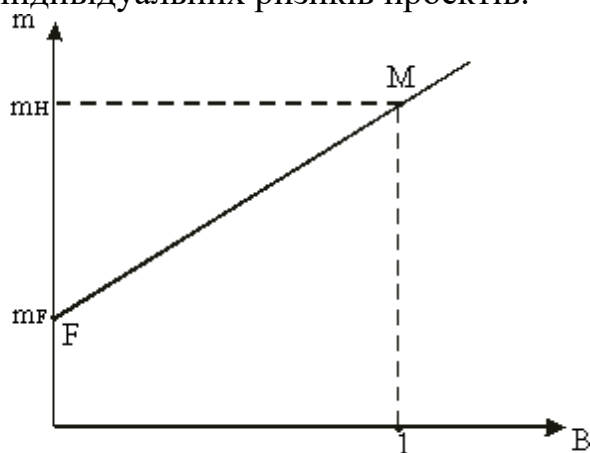


Рис. 7.1. Лінія ринку капіталів

Для дослідження залежності між ризиком конкретного інвестиційного проекту і загальним ризиком на інвестиційному ринку капіталів або ринку інвестиційних проектів спираються на рівняння лінії ринку капіталів.

Кожен портфель можна подати графічно у двовірному просторі, де на осі X відкладаємо значення коефіцієнту  $\beta$  портфелів, а на осі ординат – їхні сподівані норми прибутку.

На малюнку портфель F складається лише з вкладень, необтяжених ризиком. Для нього  $\beta=0$ , а норма доходу  $m_F$  відповідає безризиковій ставці.

Портфель M – це ринковий портфель, який складається з типових для ринку акцій обтяжених ризиком. Його сподівана норма доходу  $m_M$  називається середньоринковою нормою доходу ринку капіталів.

Таким чином пересуваючись від т. F до M разом із збільшенням норми доходу відбувається зростання ступеня ризику.

Знаючи координати двох точок, ми можемо побудувати рівняння лінії ринку капіталів:

$$m = m_F + \beta (m_M - m_F) \quad (7.4)$$

Це рівняння дозволяє визначити норму доходності будь-яких цінних паперів задаючись його коефіцієнтом систематичного ризику, який встановлюється ринком. Різниця  $(m_M - m_F)$  представляє собою середньоринкову плату за ризик. Лінія ринку капіталів характеризує цей ринок в стані рівноваги, який змінюється,

тому параметри рівняння постійно корегуються. Оцінка інвестиційного проекту в рамках даної методики дозволяє визначити його вплив на доходність підприємства (інвестора) і на його загальний рівень ризику.

Приклад:

Лінія ринку цінних паперів подана рівнянням  $m=6,2+5,8\beta$ . Необхідно обґрунтувати спад норми прибутку для чотирьох цінних паперів, для яких  $\beta$  відповідно дорівнює 0; 1; 0,6; 1,5.

Розв'язок:

$m_1 = 6,2 + 5,8 \cdot 0 = 6,2\%$  – безризиковий цінний папір, який зменшить ризик портфелю;

$m_2 = 6,2 + 5,8 \cdot 1 = 12\%$  – середньоринкова акція, яка не змінить ризик портфелю;

$m_3 = 9,68\%$  – консервативна акція, яка зменшить ризик портфелю;

$m_4 = 14,9\%$  – акція є агресивною і збільшить ризик портфелю.

## **5. Принципи формування інвестиційного портфеля з врахуванням ризику.**

Інвестиційний портфель являє собою цілеспрямовану множину об'єктів реального і фінансового інвестування призначений здійснювати інвестиційну діяльність у відповідності з розробленою інвестиційною стратегією.

Головною метою формування інвестиційного портфелю є забезпечення реалізації розробленої інвестиційної стратегії шляхом відбору найбільш ефективних і безпечних інвестиційних проектів і фінансових операцій.

Система цілей формування інвестиційного проекту включає:

1. Забезпечення високих темпів зростання капіталу.
2. Забезпечення високого темпу зростання поточної доходності.
3. Забезпечення раціонального ступеня ризику.
4. Забезпечення достатнього ступеня ліквідності інвестиційного портфелю.

Враховуючи деяку конфліктність поставлених цілей кожне підприємство повинно саме визначити їх пріоритетність.

## ТЕМА 12. ЗАГАЛЬНОСВІТОВА КЛАСИФІКАЦІЯ ТА РОЗВИТОК РИЗИК - ПРОГНОЗІВ.

### 1. Принципи менеджменту ризику. Класифікація ризиків за способом мінімізації.

Основною метою оцінки і обґрунтування ризику є забезпечення його мінімальної шкоди для господарської діяльності, тому в науковій і господарській практиці застосовують ризик – менеджмент, мета і завдання якого – на основі отриманої інформації розробити комплекс заходів по зниженню економічного ризику.

Існує чотири основні принципи, яких необхідно дотримуватись при виборі тієї чи іншої стратегії менеджменту в конкретній ситуації:

- передавайте ризик третій стороні (страхуйте) в тих ситуаціях коли можливі збитки внаслідок несприятливих подій значимі, а ймовірність їх настання невелика;
- уникайте ризику в ситуаціях, коли збитки внаслідок несприятливих подій значимі, а ймовірність їх настання велика;
- контролюйте ризик в тих ситуаціях, коли величина збитків внаслідок настання несприятливих подій незначна, а ймовірність настання висока;
- ризикуйте в тих випадках, коли збитки внаслідок настання несприятливих подій незначні і невеликою є ймовірність їх настання.

Схематично принципи виглядають так:

Збитки	Ймовірність	
	висока	низька
Значні	уникають	страхують
Незначні	контролюють	ризикують

В рамках зазначених принципів менеджменту ризику розроблена ціла низка видів діяльності по мінімізації ризику:

1. Попередження ризику.
2. Прийняття ступеня ризику.
3. Розподіл ризику.
4. Зовнішнє страхування ризику (п. 3 і 4 відносять до зовнішніх способів зниження ризику, коли інвестор або суб'єкт ризику передає відповідальність за настання можливих втрат третій стороні).
5. Встановлення лімітів.
6. Диверсифікація.
7. Створення резервів і запасів.
8. Отримання додаткової інформації.

Вибір того чи іншого способу мінімізації економічного ризику обумовлюється декількома факторами, зокрема, схильністю суб'єкта рішення до ризику; видами ризику і т.д. Причому основною умовою при такому виборі повинна залишатись



економічна доцільність.

Для вибору способу мінімізації можна скористатись класифікацією ризиків за способом мінімізації:

- ризики, які можуть мінімізуватись з допомогою страхування (перелік таких ризиків визначається діючим законодавством в сфері страхування; переліком послуг, які надають конкретні страхові організації;
- ризики, які мінімізуються без залучення страхових організацій (ризик інфляції не страхують).

## **2. Диверсифікація як спосіб зниження ризику.**

Диверсифікація представляє собою одночасний розвиток багатьох напрямків діяльності, видів виробництва, розширення кількості об'єктів інвестування, асортименту виробів і т.д.

Диверсифікація є одним з найбільш універсальних способів мінімізації ризику і найбільш “дешевим”. Доки існує можливість розподіляти кошти по різних напрямках діяльності, результативність яких не пов'язана тісно між собою, доти існує можливість певною мірою уникати ризику.

В найбільш повному вигляді принцип диверсифікації втілюється в теорії портфелю.

## **3. Теорія портфеля.**

Портфель цінних паперів представляє собою розподіл коштів між цілим рядом різних активів у найбільш вигідній та безпечній пропорції. Оскільки він складається з цінних паперів, що характеризуються сподіваною ефективністю та ступенем ризику, завдання постало в тому, щоб розробити механізм обґрунтування портфеля, який би при найбільшій ефективності мав найменший ступінь ризику.

ЕММ задачі оптимізації структури портфеля вперше була запропонована Марковіцем, інший американський вчений Тобін узагальнив цю задачу і показав, що оптимальна структура портфеля цінних паперів не залежить від схильності інвестора до ризику.

Узагальнення досліджень в цій сфері призвело до виведення так званої “портфельної” теорії – це теорія фінансових інвестицій, в рамках якої за допомогою статистичних методів здійснюються найбільш вигідний розподіл ризику портфеля цінних паперів та оцінка прибутку. Ця теорія складається з чотирьох основних етапів:

- 1 оцінка активів, що включаються до портфелю;
- 2 прийняття інвестиційного рішення;
- 3 оптимізація портфеля;
- 4 оцінка результатів.

Теорія портфеля знайшла широке розповсюдження в господарській практиці, зокрема,:

- банки, під час підготовки фінансових операцій здійснюють “селекцію” портфеля цінних паперів;
- на підприємстві за допомогою теорії портфеля менеджерами створюються портфелі надійності матеріальних запасів шляхом визначення їх оптимального

обсягу і ступеня ризику.

Крім того, ця теорія дає можливість здійснювати багатостадійне планування, що забезпечує надійність та ефективність розподілу запасів в загальній системі виробництва.

В основі теорії портфеля лежить загальне правило якого повинні дотримуватись інвестори, що мають можливість розподіляти кошти декількома активами: необхідно прагнути розподіляти вкладення таким чином, щоб обрані активи відповідали двом вимогам, по-перше показали різноцільність зв'язку із загальноринковими цінами, а, по-друге, мали б протилежну фазу коливань норми прибутку в середині портфеля. Саме такий портфель буде мати мінімальний ризик.

Ризик портфеля – це міра можливості того, що настануть обставини, за яких інвестор може понести збитки, спричинені інвестиціями в портфель цінних паперів, а також операціями по залученню ресурсів при формуванні портфелю. Метою “портфельної” теорії є мінімізація ризику портфеля, причому ступінь ризику портфеля цінних паперів зменшується до певної межі обернено пропорційно кількості включених в портфель видів цінних паперів.

Графічно це можна зобразити:

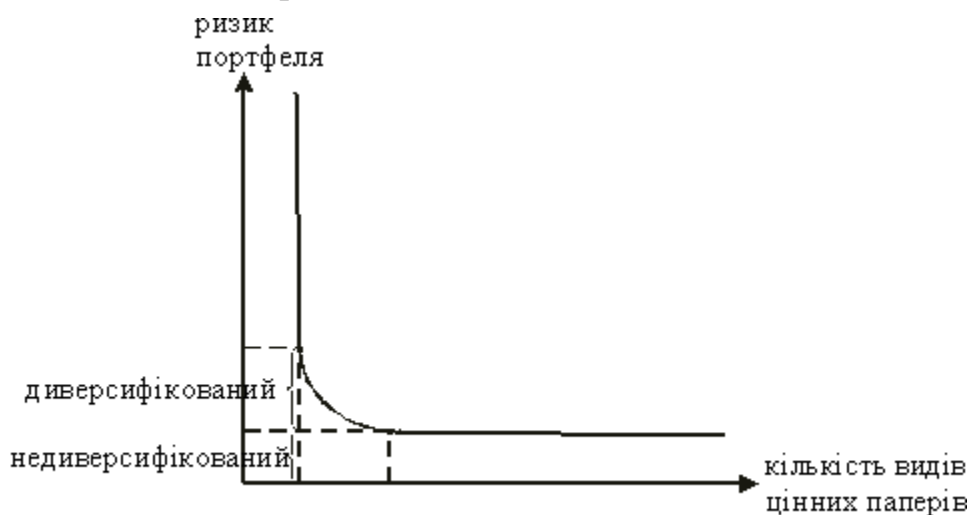


Рис. 8.1. Залежність між складом та ризиком інвестиційного портфеля

З графіку видно, що загальний ризик портфеля складається з двох частин:

- диверсифікований ризик (несистематичний), тобто ризик, який може бути зменшений за рахунок диверсифікації;
- не диверсифікований (систематичний ризик), тобто ризик, який не можна змінити шляхом перетворень структури портфелю.

Кількісно ризик портфелю може розраховуватись різними способами, зокрема, для портфелю, що складається з двох видів активів ризик можна розрахувати як дисперсію за залежністю:

$$\sigma_{порт}^2 = \sigma_1^2 \cdot h_1^2 + \sigma_2^2 \cdot h_2^2 + 2R \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot h_1 \cdot h_2 \quad (8.1),$$

де  $\sigma_1^2$ ,  $\sigma_2^2$  – дисперсії норм доходності першого і другого активів;  $h_1$ ,  $h_2$  – питома вага першого і другого видів активів в загальній вартості портфеля цінних паперів;  $R$  – коефіцієнт кореляції норм доходності першого і другого активів.

В теорії портфеля розроблена модель ув'язки систематичного ризику і доходності цінних паперів (модель МОКА). В рамках цієї моделі систематичний ризик

вимірюється коефіцієнтом  $\beta$ .

Важливою особливістю моделі МОКА є її лінійність відносно ступеня ризику, що дає змогу визначити систематичний ризик портфеля як середньоарифметичну величину бета-коефіцієнтів активів, що входять до складу портфеля:

$$\beta_{порт} = \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot h_i \quad (8.2)$$

#### **4. Запаси і резерви як спосіб зниження ризиків.**

Одним з основних способів мінімізації ризику є створення запасів і резервів.

Мета – уникнення ризику призупинення діяльності господарюючого суб'єкта внаслідок нестачі матеріальних і інших ресурсів.

До запасів крім предметів та продуктів праці належать запаси виробничих потужностей, обігових коштів, незавершеного виробництва, кваліфікації кадрів тощо.

Матеріальні запаси можна поділити на три види:

- страховий запас готової продукції на складі;
- страховий виробничий запас;
- динамічний страховий запас.

Створення резерву грошових коштів здійснюється з метою покриття випадкових затрат, при цьому виділяють два види резервів:

1. загальний резерв грошових коштів покликаний покривати будь-які зміни в кошторисі спричинені впливом факторів ризику;
2. спеціальний резерв, що складається з надбавок не покриття зростання цін і різних затрат за окремими позиціями.

Створення запасів і резервів на підприємстві є досить дієвим способом захисту від ризику, але і відносно “дорогим”, оскільки вимагає вилучення грошових коштів з господарського обороту.

#### **5. Страхування ризику.**

Законом України “Про страхування” передбачено здійснення таких видів страхування:

- 1 страхування майна;
- 2 страхування продукції на період перевезень;
- 3 страхування транспортних засобів;
- 4 компенсаційне страхування;
- 5 медичне страхування;
- 6 страхування призупинення діяльності підприємства;
- 7 соціальне страхування;
- 8 інші види.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов С.И. Оценка риска инвестирования // Экономика строительства. №12, 2006. – с. 2 – 12.
2. Балабанов И.Т. Риск – менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 2006.
3. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик у менеджменті. – К.: ТОВ “Борисфен-М”, 2006. – 336 с.
4. Воропаев Ю.Н. Оценка риска аудита и бизнеса // Бухгалтерский учёт, - 2006. - №6. – С. 27.
5. Грабовый П.Г., Петрова С.Н. Риски в современном бизнесе. – М.: Аланс, 2004. – 200 с.
6. Грядовая О. Кредитные риски и банковское ценообразование // Российский экономический жур-нал. – 2005. - №9. – С.
7. Жигло А.Н. Расчёт ставок дисконта и оценка риска // Бухгалтерский учёт. – 2006. - №6. – С. 41.
8. Комаринський Я., Яремчук І. Фінансово – інвестиційний аналіз. Навч. Посібник. – К. Українсь-ка енциклопедія. – 2006. – 298 с.
9. Кононенко А.Ф., Холезов А.Д., Чумаков В.В. Принятие решений в условиях неопределённости // ВЦ АН СССР. – М., 2001. – 197 с.
10. Куракина Ю.Г. Оценка фактора риска в инвестиционных расчётах // Бухгалтерский учёт. – 2006. - № 6. – С. 22-27.
11. Нейман Дж.фон, Могенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. – М.: Наука, 1970.
12. Нікбахт, Гроппеллі А. Фінанси. – К.: Вік; Глобус. – 2002. – 382 с.
13. Омаров А.М. Предприимчивость и хозяйственный риск: Отраслевое и территориальное управле-ние в условиях перестройки. – М.: Система, 2001. –154 с.
14. Первозванский А.А. Финансовый рынок: расчёт и риск. – М.: Инфра, 2004. – 192 с.
15. Райзберг Б.А. Предпринимательство и риск. – «Знание». Новое в жизни, науке и технике. – 2002. - № 4.
16. Райс Т., Койли Б. Финансовые инвестиции и риск. Пер. с англ. – К.: Торгово-издат. Бюро, 1005. – 592 с.
17. Севрук В.Т. Банковские риски. – М.: Дело ЛТД., 2005. – 72 с.
18. Хорин А.Н. Оценка предпринимательского риска // Бухгалтерский учёт. – 2004. - № 5. – С.
19. Черкасов В.В. Деловой риск в предпринимательской деятельности. – К.: ООО «Издательство Либра», 2006. – 160 с.
20. Ястремський О.І. Моделювання економічного ризику. – К.: Либідь, 2002. – 176 с.
21. Ястремський О.І. Основи теорії економічного ризику: Навчальний посібник для студентів еко-номічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – К.: “АртЕк”, 2007. – 248 с.