

ЗМІСТ

Вступ.....	5
ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	
Тема 1. Ризик у підприємницькій діяльності.....	6
1.1. Поняття ризику. Алгоритм оцінки й обґрунтування господарського ризику.....	6
1.2. Основні причини економічного ризику.....	8
1.3. Функції ризику	9
1.4. Види втрат у підприємницькій діяльності.....	11
1.5. Ідентифікація ризику як перший етап його оцінки й обґрунтування.....	12
1.6. Класифікація ризику.....	12
1.7. Поведінка суб'єктів ризику.....	12
Тема 2. Система кількісних оцінок економічного ризику.....	24
2.1. Ризик в абсолютному вираженні.....	24
2.2. Ризик у відносному виразі.....	26
2.3. Ризик та нерівність Чебишева.....	28
2.4. Допустимий критичний та катастрофічний ризик. Крива щільності розподілу ймовірності настання випадкових втрат.....	30
2.5. Оцінка ризику ліквідності.....	33
Тема 3. Методи оцінки економічного ризику.....	41
3.1. Оцінка ризику: рівень ризику і ризик часу.....	41
3.2. Методи оцінки економічного ризику.....	43
Тема 4. Ризик та теорія корисності.....	49
4.1. Концепція корисності.....	49
4.2. Корисність за Нейманом. Сподівана корисність.....	53
4.3. Різні схильності до ризику та корисність.....	56
4.4. Криві байдужості.....	57
Тема 5. Ризик інвестування. структура проектного ризику і методи його вимірювання.....	64
5.1. Основні принципи розробки інвестиційної стратегії з урахуванням ризику..	64
5.2. Показники оцінки інвестиційних проектів з урахуванням ризику.....	65
5.3. Методи оцінки ризику і прийняття інвестиційних рішень.....	66
5.4. Вплив інвестиційних проектів на ризик підприємства. Оцінка ризику проекту на основі лінії ринку капіталів.....	71
5.5. Принципи формування інвестиційного портфеля з врахуванням ризику.....	75
Тема 6. Способи зниження економічного ризику.....	82
6.1. Принципи менеджменту ризику. Класифікація ризиків за способом мінімізації.....	82
6.2. Диверсифікація як спосіб зниження ризику. Теорія портфеля.....	85
6.3. Запаси і резерви як спосіб зниження ризиків.....	89
6.4. Страхування ризику.....	90
ПРАКТИЧНИЙ РОЗДІЛ	
Лабораторна робота №1.....	94
Лабораторна робота №2.....	101
Лабораторна робота №3.....	109
Лабораторна робота №4.....	114
Рекомендована література.....	120

ВСТУП

Вивчення і врахування невизначеності, конфліктності, багатокритеріальності та породжуваного ними ризику стало однією з магістральних ліній розвитку економічної теорії в другій половині ХХ ст. Особливістю сучасного економічного ризику є його тотальність, всеосяжність. Власне, тому економічний ризик належить до фундаментальних понять сучасної економічної теорії та менеджменту.

Мета курсу — озброїти майбутніх фахівців з економіки, бізнесу та менеджменту систематизованими знаннями щодо аналізу, моделювання та управління ризиком.

У результаті вивчення дисципліни «Моделювання ризику в економіці» студент матиме можливість:

- *зрозуміти*, що на економічні процеси впливають некеровані чинники, що ці процеси розвиваються здебільшого в умовах невизначеності, конфліктності, багатокритеріальності, принципової неможливості здійснення точних економічних прогнозів, необхідних для прийняття раціональних рішень. Усе це необхідно свідомо враховувати в господарській діяльності та в теоретико-економічних дослідженнях;
- *засвоїти* основні принципи здійснення аналізу ризику, його моделювання, врахування та управління ним;
- *оволодіти*, навичками самостійно здійснювати якісний аналіз, ідентифікацію ризику й проводити відповідні обчислення, використовуючи сучасні ЕОМ та відповідні програмно-методичні комплекси. Оцінювати міру ризику за певними адекватними цілям і системі прийнятих гіпотез кількісними показниками. Контролювати, моделювати й враховувати ризик, управляти ним, застосовуючи відповідні методи (способи), що є в арсеналі економічної ризикології.

ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Тема 1. РИЗИК У ПІДПРИЄМНИЦЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

План

1.1. Поняття ризику. Алгоритм оцінки й обґрунтування господарського ризику.

1.2. Основні причини економічного ризику.

1.3. Функції ризику.

1.4. Види втрат у підприємницькій діяльності.

1.5. Ідентифікація ризику як перший етап його оцінки й обґрунтування.

1.6. Класифікація ризику.

1.7. Поведінка суб'єктів ризику.

1.1. 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:

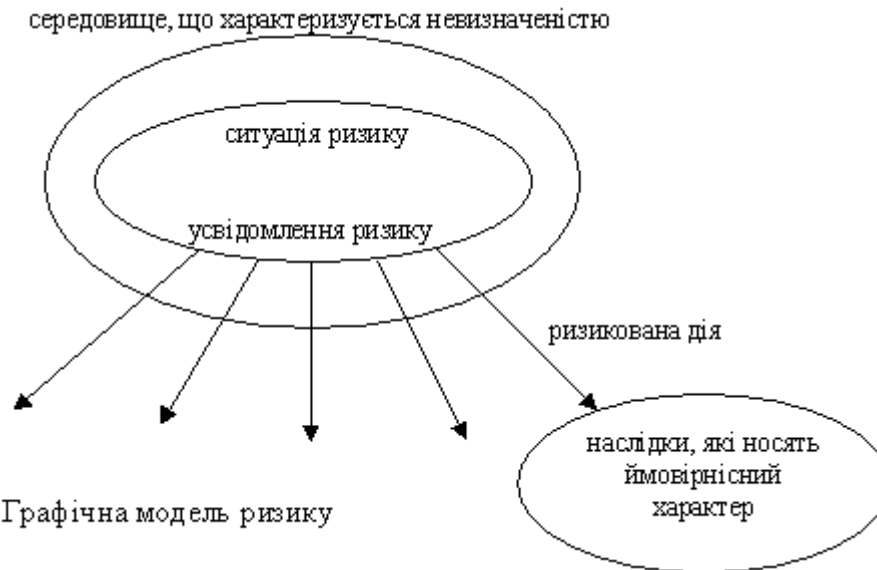


Рис. 1.1. Графічна модель ризику

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 долаттям 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.

1.2. 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 визначені попиту;

– природньо-кліматичні умови;

– зміни ринкової кон'юнктури;

– зміни економічних факторів;

– політичні.

1.3. 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 валюнтаризму 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.

1.4. 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.

1.5. 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.

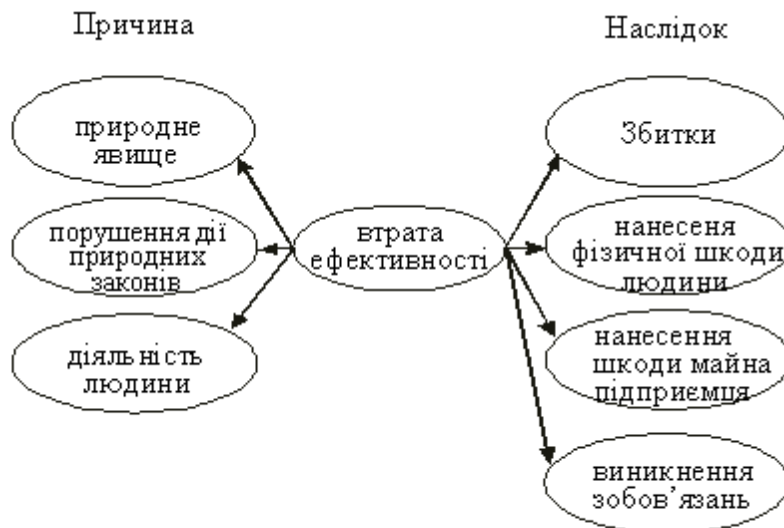


Рис. 1.2. Схема ідентифікації ризиків в господарській діяльності

1.6. 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.

б) 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.

1.7. 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 проекті, то така людина не є схильною до ризику.

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

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

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

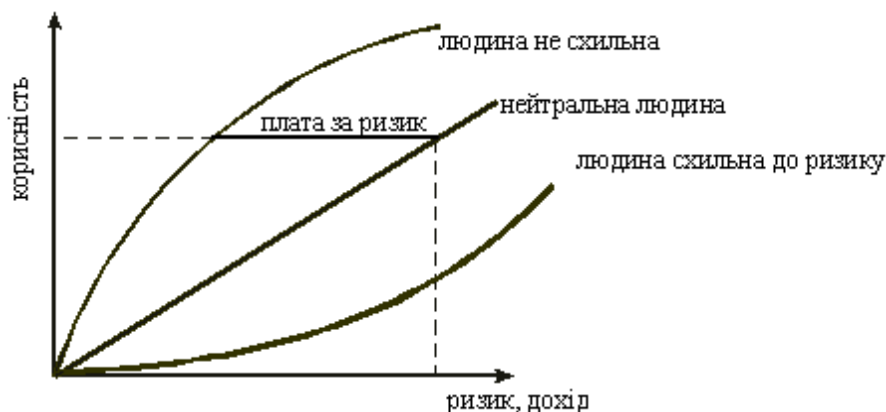


Рис. 1.3. Моделі поведінки осіб в залежності від схильності до ризику.

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:

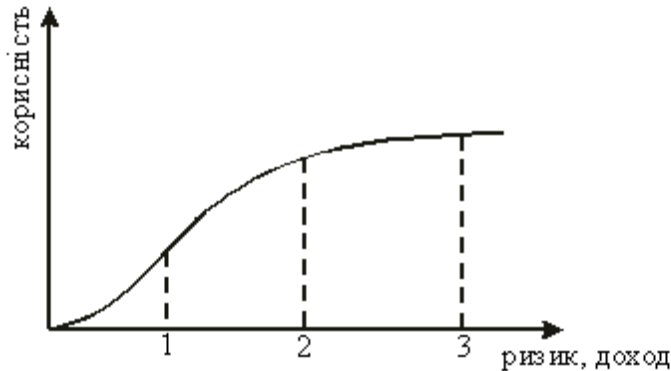


Рис. 1.4. Модель поведінки реальної особи щодо схильності до ризику

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.

З а п и т а н н я д л я с а м о п е р е в і р к и :

1. У м о в и в и н и к н е н н я р и з и к у .

– як об'єктивна ймовірність настання події, якщо ця подія спостерігається достатню кількість разів за допомогою статистичних даних, імітації або моделювання експерименту;

– як суб'єктивна ймовірність, тобто як ступінь впевненості, що ця подія відбудеться коли подія повторюється нечасто або зовсім не спостерігалась;

– як об'єктивна ймовірність настання події, якщо ця подія спостерігається достатню кількість разів за допомогою моделювання експерименту;

– як суб'єктивна ймовірність, яка визначається як частота, коли подія повторюється нечасто або зовсім не спостерігалась.

Нестатична невизначеність визначається:

– як об'єктивна ймовірність настання події, якщо ця подія спостерігається

достатню кількість разів за допомогою статистичних даних, імітації або моделювання експерименту;

– як суб'єктивна ймовірність, тобто як ступінь впевненості, що ця подія відбудеться коли подія повторюється нечасто або зовсім не спостерігалась;

– як об'єктивна ймовірність настання події, якщо ця подія спостерігається достатню кількість разів за допомогою моделювання експерименту;

– як суб'єктивна ймовірність, яка визначається як частота, коли подія повторюється нечасто або зовсім не спостерігалась.

Економічний ризик – це:

– суб'єктивно-об'єктивна категорія, пов'язана з подоланням всіх видів невизначеностей і конфліктності;

– ступінь досягнення сподіваного результату або невдачі;

– ступінь відхилення досягнення сподіваного результату або невдачі;

– суб'єктивно-об'єктивна категорія, пов'язана з подоланням невизначеності і конфліктності і відображає ступінь досягнення сподіваного результату або невдачі та відхилення від цих цілей.

Система функціонує з ризиком якщо виконуються такі умови:

– система прагне деякої цілі, обирає шлях досягнення мети, вибір проводиться в умовах невизначеності;

– система прагне деякої цілі, обирає шлях досягнення мети, вибір проводиться в умовах невизначеності і особа, що приймає рішення зацікавлена в кінцевих результатах;

– система обирає шлях досягнення мети і вибір проводиться в умовах невизначеності;

– система прагне деякої цілі і вибір проводиться в умовах невизначеності.

Об'єкт ризику - це:

- економічна система, ефективність та умови функціонування якої точно невідомі;

- особа, яка зацікавлена в результатах керування економічною системою і має компетенцію приймати рішення щодо ризику;

- фактори, явища і процеси, які спричиняють невизначеність результатів та їх конфліктність;

- певний ступінь градації невизначеності знаходження середовища в одному із станів заданої множини, якою володіє керівник в момент прийняття рішення.

Суб'єкт ризику - це:

- економічна система, ефективність та умови функціонування якої точно невідомі;

- особа, яка зацікавлена в результатах керування економічною

системою і має компетенцію приймати рішення щодо ризику;

– фактори, явища і процеси, які спричиняють невизначеність результатів та їх конфліктність;

– певний ступінь градації невизначеності знаходження середовища в одному із станів заданої множини, якою володіє керівник в момент прийняття рішення.

Джерело ризику – це:

– економічна система, ефективність та умови функціонування якої точно невідомі;

– особа, яка зацікавлена в результатах керування економічною системою і має компетенцію приймати рішення щодо ризику;

– фактори, явища і процеси, які спричиняють невизначеність результатів та їх конфліктність;

– певний ступінь градації невизначеності знаходження середовища в одному із станів заданої множини, якою володіє керівник в момент прийняття рішення.

Інформаційна ситуація – це:

– економічна система, ефективність та умови функціонування якої точно невідомі;

– особа, яка зацікавлена в результатах керування економічною системою і має компетенцію приймати рішення щодо ризику;

– фактори, явища і процеси, які спричиняють невизначеність результатів та їх конфліктність;

– певний ступінь градації невизначеності знаходження середовища в одному із станів заданої множини, якою володіє суб'єкт управління в момент прийняття рішення.

Системний аналіз ризику складається із таких компонентів:

- визначення і оцінка ризику;*
- визначення і управління ризиком;*
- визначення, оцінка і управління ризиком;*
- визначення і аналіз факторів, що спричиняють ризик і їх кількісна оцінка.*

До внутрішніх факторів, що спричиняють ризик відносяться:

- невизначеність на всіх стадіях виробничого процесу;*
- інфляція;*
- політична ситуація в країні;*
- стан галузі.*

До зовнішніх факторів, що спричиняють ризик відносяться:

- невизначеність на всіх стадіях виробничого процесу;*
- організація праці на підприємстві;*
- інфляція, політична ситуація в країні, стан галузі тощо;*
- умови постачання сировини і матеріалів і оплати праці.*

Кількісний аналіз ризику – це:

– визначення внутрішніх і зовнішніх факторів ризику, області ризику, ідентифікація усіх можливих ризиків;

– числове визначення ступеня окремих ризиків і ризику даного виду діяльності взагалі.

Якісний аналіз ризику – це:

– визначення внутрішніх і зовнішніх факторів ризику, області ризику, ідентифікація усіх можливих ризиків;

– числове визначення ступеня окремих ризиків і ризику даного виду діяльності взагалі.

Тема 2. СИСТЕМА КІЛЬКІСНИХ ОЦІНОК ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ

План

2.1. Ризик в абсолютному вираженні.

2.2. Ризик у відносному виразі.

2.3. Ризик та нерівність Чебишева.

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

2.5. Оцінка ризику ліквідності.

2.1. Ризик в абсолютному вираженні.

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

- 1) Великою 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 дискретної 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:

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

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 Р. Для неперервних величин при оцінці ризику іноді достатнім є зображення густоти розподілу випадкових величин Х на графіку (Рис. 2.1):

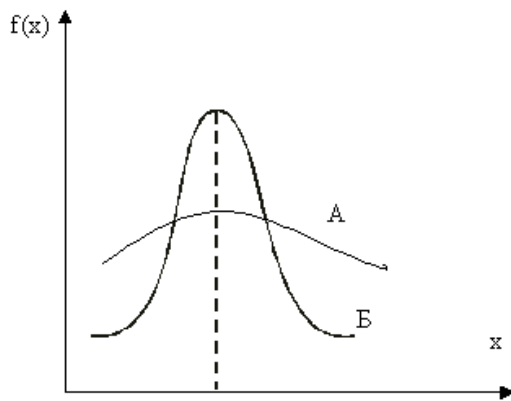


Рис. 2.1 Криві щільності розподілу ймовірностей випадкових втрат по проектам

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.

2.2. 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):

$$W = \frac{X}{K}, \quad (2.9)$$

де X – величина максимально можливих втрат; K – обсяг власних ресурсів підприємства.

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.

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

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

2) Коефіцієнт варіації

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

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.

2.3. 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 σ не перевищує дисперсії цієї величини поділеної на квадрат:

$$P\{|X - M| \geq \delta\} \leq \frac{\sigma^2}{\delta^2} \quad (2.11)$$

При цьому необхідною умовою для виконання нерівності є:

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

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:

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

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

$$P\{|R - m| > m - r_s\} \leq \frac{\sigma^2}{(m - r_s)^2} \quad (2.15)$$

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 σ ”.

Якщо ймовірність $1/9$, то

$$1/9 \frac{\sigma^2}{(m - r_s)^2} \quad (2.16)$$

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

2.4. 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.

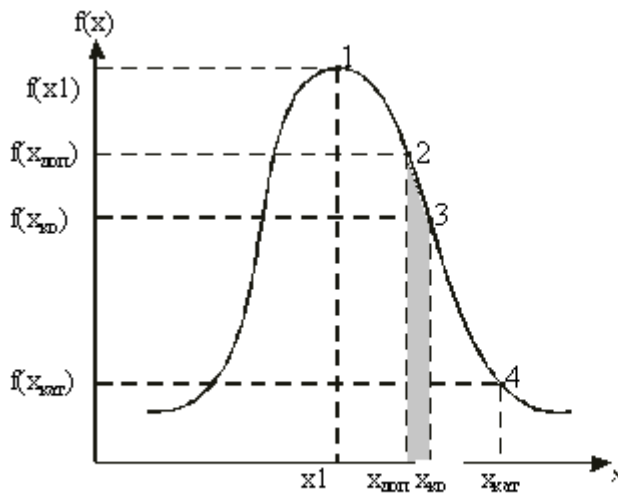


Рис. 2.2 Типова крива щільності розподілу ймовірностей випадкових втрат

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

Точка 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:

$$F(x) = \int_0^{x_{доп}} f(x) dx \quad (2.18)$$

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.

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

Ймовірність критичних ризиків визначається за залежністю:

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

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

Точка 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:

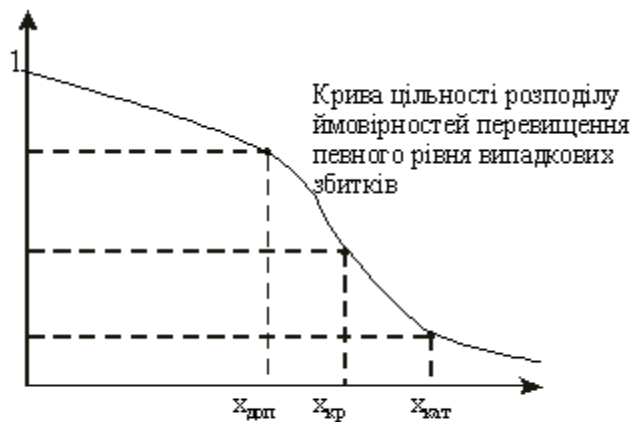


Рис. 2.3 Крива щільності розподілу ймовірностей перевищення певного рівня втрат

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.

2.5. 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

$$Pl = \frac{Vm}{V} \quad (2.21)$$

де V – вартість всіх його активів (інвестицій).

- 2) Показник ризику ліквідності

$$K_{рл} = \frac{Vm + Vв}{Vс + Vн} \quad (2.21)$$

де Vm – вартість терміноволіквідних активів; $Vв$ – вартість високоліквідних активів; $Vс$ – вартість середньоліквідних активів; $Vн$ – 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.

Запитання для самоперевірки:

1. Які підходи існують до визначення ризику?
2. Що таке випадкова величина? Якими бувають випадкові величини?
3. Розкрийте зміст поняття закону розподілу дискретної випадкової величини.
4. Розкрийте зміст поняття закону розподілу неперервної випадкової величини.
5. Як можна задати закон розподілу неперервної випадкової величини?
6. Що таке математичне сподівання випадкової величини?
7. Що таке дисперсія випадкової величини?
8. Що є головним показником визначення міри ризику?
9. Що таке коефіцієнт варіації і для чого він обчислюється?
10. Що таке зона допустимого ризику?
11. Що таке зона критичного ризику?
12. Що таке зона катастрофічного ризику?
13. Економічний зміст показників допустимого, критичного і катастрофічного ризиків.
14. Що таке ліквідність? Що таке ризик ліквідності?
15. Назвіть основні моделі оцінки ризику ліквідності.
16. Перелічіть показники оцінки ризику ліквідності.

17.Що таке ризик банкрутства?

Тести для самоперевірки:

При порівнянні двох альтернативних ризикових рішень за критерієм дисперсії для показника, який має негативний інгредієнт оцінювання, обирається та альтернатива:

- що відповідає найменшому значенню цього показника;
- що відповідає найбільшому значенню цього показника.

При порівнянні двох альтернативних ризикових рішень за критерієм дисперсії для показника, який має позитивний інгредієнт оцінювання, обирається та альтернатива:

- що відповідає найменшому значенню цього показника;
- що відповідає найбільшому значенню цього показника.

При порівнянні двох альтернативних рішень за величиною ризику за критерієм середньоквадратичного відхилення для показника, який має позитивний інгредієнт оцінювання, обирається та альтернатива:

- що відповідає найменшому значенню цього показника;
- що відповідає найбільшому значенню цього показника.

Зона, в межах якої даний вид підприємницької діяльності зберігає свою економічну доцільність, тобто випадкові збитки менше сподіваного прибутку і підприємцю загрожує тільки недоотримання прибутку, називається:

- зона критичного ризику;
- зона катастрофічного ризику;
- зона допустимого ризику;
- зона звичайного ризику.

Зона, яка характеризується небезпечністю випадкових збитків, величина яких перевищує величину сподіваних прибутків до розмірів величини сподіваної виручки і підприємець не тільки не отримує доход але і несе збитки в сумі всіх витрат, називається:

- зона критичного ризику;
- зона катастрофічного ризику;
- зона допустимого ризику;
- зона звичайного ризику.

Зона випадкових збитків, які можуть досягнути величини всієї вартості майна підприємця, що призводить до банкрутства і закриття підприємства, називається:

- зона критичного ризику;
- зона катастрофічного ризику;
- зона допустимого ризику;
- зона звичайного ризику.

За критерієм витрат часу на реалізацію об'єктів інвестування вони вважаються терміново ліквідними із незначним ризиком, якщо термін перетворення їх в кошти складає:

- до семи діб;
- до десяти діб;
- до чотирнадцяти діб;
- до трьох діб.

За критерієм витрат часу на реалізацію об'єктів інвестування вони вважаються високоліквідними із низьким ризиком, якщо термін перетворення їх в кошти складає:

- від семи до двадцяти діб;

- від восьми до тридцяти діб;
- від одного до трьох місяців;
- від десяти до двадцяти діб.

За критерієм витрат часу на реалізацію об'єктів інвестування вони вважаються середньо ліквідними із середнім ризиком, якщо термін перетворення їх в кошти складає:

- від одного до двох місяців;
- від одного до шести місяців;
- від одного до трьох місяців;
- більше трьох місяців.

За критерієм витрат часу на реалізацію об'єктів інвестування вони вважаються низьколіквідними із високим ризиком, якщо термін перетворення їх в кошти складає:

- більше двох років;
- більше року;
- більше шести місяців;
- більше трьох місяців.

Ступінь ліквідності активів за рівнем фінансових збитків визначають, як:

- процент суми збитків в загальному обсязі інвестицій, які плануються до реалізації;
- відношення швидко і важко реалізуючих активів;
- процент терміноволіквідних інвестицій в їх загальному обсязі;
- процент терміново- і високоліквідних активів в загальному обсязі активів, що плануються до реалізації.

Коефіцієнт ліквідності активів визначають, як:

- процент суми збитків в загальному обсязі інвестицій, які плануються до реалізації;

- відношення суми терміново- і високоліквідних активів до суми середньо- і низьколіквідних активів;

- процент терміноволіквідних інвестицій в їх загальному обсязі;

- відношення терміноволіквідних до низьколіквідних активів.

Ступінь ліквідності активів за рівнем фінансових збитків вважається низькою, якщо вона:

- до п'яти процентів;

- до десяти процентів;

- до трьох процентів;

- до семи процентів.

Ступінь ліквідності активів за рівнем фінансових збитків вважається середньою, якщо вона:

- від дев'яти до п'ятнадцяти процентів;

- від шести до десяти процентів;

- від трьох до дванадцяти процентів;

- від семи до десяти процентів.

Ступінь ліквідності активів за рівнем фінансових збитків вважається високою, якщо вона:

- від десяти до п'ятнадцяти процентів;

- від одинадцяти до двадцяти процентів;

- від десяти до двадцяти процентів;

- від п'яти до десяти процентів.

Ступінь ліквідності активів за рівнем фінансових збитків вважається дуже високою, якщо вона:

- більше п'ятнадцяти процентів;
- більше двадцяти процентів;
- більше тридцяти процентів;
- більше п'ятидесяти процентів.

При визначенні ризику ліквідності використовують такі дві моделі:

- час перетворення активів в кошти і сума збитків внаслідок цього перетворення;
- час перетворення активів в кошти і чиста приведена вартість цих активів;
- час перетворення активів в кошти і коефіцієнт ліквідності кожного активу;
- сума збитків внаслідок перетворення активів в кошти і чиста приведена вартість цих активів.

Тема 3. МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ

План

3.1. Оцінка ризику: рівень ризику і ризик часу.

3.2. Методи оцінки економічного ризику.

3.1. 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:

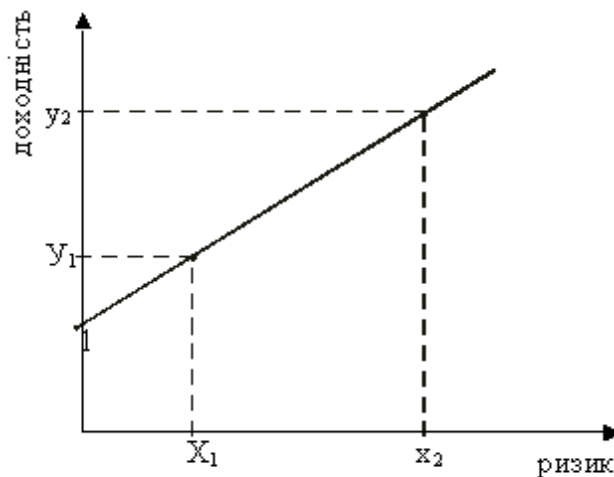


Рис. 3.1. Залежність між ризиком та доходом

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.

3.2. 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:

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

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 при 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:

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

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 шкалою 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

посилені цих слабких місць. Так, якщо ціна на продукцію виявиться критичним фактором, то можна посилити програму маркетингу або знизити вартість проекту.

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

2.5 Метод аналогів. 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.

Запитання для самоперевірки:

1. Що таке рівень ризику?
2. Що таке мінливість?
3. Розкрийте зміст статистичного методу.
4. Розкрийте зміст методу доцільності затрат.
5. Розкрийте зміст методу експертних оцінок.
6. Розкрийте зміст аналітичного методу.
7. Розкрийте зміст методу аналогів.

Тема 4. РИЗИК ТА ТЕОРІЯ КОРИСНОСТІ

План

4.1. Концепція корисності

4.2. Корисність за Нейманом. Сподівана корисність

4.3. Різні схильності до ризику та корисність

4.4. Криві байдужості

4.1. 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:

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

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 нестрогого співвідношення пріоритетності: набори товарів x та y байдужі (еквівалентні) для споживача ($x \sim y$) тоді і лише тоді, коли

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

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

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

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:

$$x > \sim y, \text{ або } y > \sim x, \text{ або одночасно.} \quad (4.4)$$

Це означає, що у просторі товарів немає таких “білих плям”, де пріоритет не існує. Співвідношення називають частковою впорядкованістю, якщо воно транзитивне, тобто для трьох заданих наборів x , y та z із X виконується умова: якщо

$$x > \sim y \text{ та } y > z, \text{ то } x > z, \quad (4.5)$$

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

$$x > \sim x. \quad (4.6)$$

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

$$x \sim y \text{ та } y \sim z, \text{ тоді } x \sim z - \text{ рефлексивне,} \quad (4.7)$$

оскільки при заданому

$$x \in X: x \sim x, \quad (4.8)$$

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

$$x \sim y \text{ означає } y \sim x. \quad (4.9)$$

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

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

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

$$P_x = \{y \in X \mid y >\sim x\} \quad (4.11)$$

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

$$NP_x = \{y \in X \mid x \succsim y\} \quad (4.12)$$

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

$$U(x) > \sim U(y), \text{ якщо } x > \sim y. \quad (4.13)$$

Функція корисності зіставляє кожному наборові споживчих товарів певне число в такий спосіб, що, якщо набір A пріоритетніший, ніж набір B ($A > B$), 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.

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

Під лотереєю $L(x^*, p(x), x^*)$ розуміють ситуацію, 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 :

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

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 \hat{x} , отримання якої еквівалентне участі в лотереї, тобто $\hat{x} \sim L$. Отже визначається з рівняння

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

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 $\varphi(x)$, то сподіваний виграш у цій лотереї дорівнює

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

а детермінований еквівалент \hat{x} 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 Ω , $w \in \Omega$ 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.

4.3. 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 $M()$ – символ (оператор) математичного сподівання,

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

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

$$\pi(x) = M[x(w)] - \hat{x}. \quad (4.21)$$

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

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

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 несхильність особи до ризику.

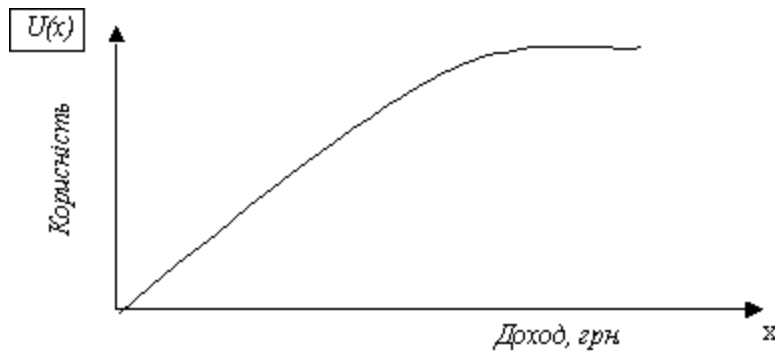


Рис. 4.1. Функція корисності особи, що несхильна до ризику

4.4. Криві байдужості.

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

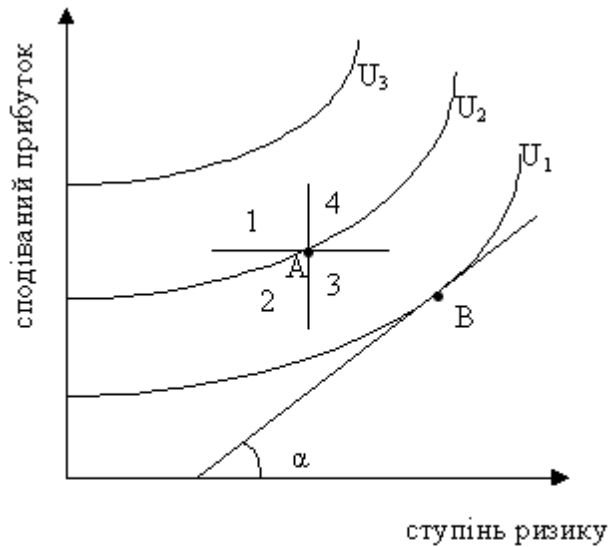


Рис. 4.2. Поверхні (криві) байдужості

Характерний вигляд таких поверхонь байдужості зображений на Рис. 4.2 Будемо позначати сподіваний прибуток через μ , а середньоквадратичне відхилення доходу (ступінь ризику) через σ .

Звернемо увагу на точку A. 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 доход - 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 доход - 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 доходність, 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 ОХ.

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 узгодження думок експертів до досягнення прийнятого діапазону розсіювання оцінок.

5. Знаходиться функція корисності шляхом побудови функції регресії методом найменших квадратів.

Запитання для самоперевірки:

1. В чому сутність концепції корисності?

2. Що таке гранична корисність, її сутність?

3. Що таке сподівана корисність, як вона обчислюється?

4. Розкрийте економічний зміст умов схильності, несхильності і байдужості до ризику.

5. Наведіть приклади функцій корисності, що пов'язані із різним ставленням до ризику.

6. Як використовується функція байдужості в теорії економічного ризику?

7. Що таке детермінований еквівалент?

8. Розкрийте економічний зміст премії за ризик.

9. Дайте визначення лотереї.

10. Розкрийте економічний зміст поняття лотереї.

11. Алгоритм побудови функції корисності для будь-якого економічного

показника.

Тести для самоперевірки:

Корисність – це:

- ефективність споживання товарів, послуг або подій;
- кількість споживання товарів, послуг або подій;
- ступінь задоволення від споживання товарів, послуг або подій;
- порівняння між собою товарів, послуг або подій.

Лотерея – це:

- ситуація, в якій визначається ймовірність $0 < p < 1$, з якою особа може отримати виграш;
- ситуація, в якій особа може отримати найменш пріоритетне значення показника із ймовірністю p , або найбільш пріоритетне значення z із ймовірністю $(1-p)$;
- ситуація, в якій особа отримує додаткове задоволення від споживання додаткової кількості продукту, послуг або подій.

Сподівана корисність – це:

- математичне сподівання корисностей результатів;
- математичне сподівання виграшів лотерей;
- відношення математичного сподівання виграшів до математичного сподівання корисностей результатів.

Безризиковий еквівалент лотереї – це:

- математичне сподівання корисностей результатів;
- гарантована сума x , отримання якої еквівалентно участі у лотереї;
- корисність математичного сподівання виграшів;
- гарантовано сподіваний виграш лотереї.

Особу, яка приймає рішення називають несхильною до ризику:

- для неї найбільш пріоритетним є можливість отримати гарантовано сподіваний виграш лотереї ніж приймати в ній участь;
- для неї найбільш пріоритетним є можливість взяти участь у лотереї ніж отримати гарантовано сподіваний виграш цієї лотереї.

Особу, яка приймає рішення називають схильною до ризику, якщо:

- для неї найбільш пріоритетним є можливість отримати гарантовано сподіваний виграш лотереї ніж приймати в ній участь;
- для неї найбільш пріоритетним є можливість взяти участь у лотереї ніж отримати гарантовано сподіваний виграш цієї лотереї.

Умова несхильності до ризику така, що:

- корисність сподіваного доходу більше сподіваної корисності;
- сподівана корисність більше корисності сподіваного доходу;
- корисність сподіваного доходу дорівнює сподіваній корисності.

Умова схильності до ризику така, що:

- корисність сподіваного доходу більше сподіваної корисності;
- сподівана корисність більше корисності сподіваного доходу;
- корисність сподіваного доходу дорівнює сподіваній корисності.

Умова байдужості до ризику така, що:

- корисність сподіваного доходу більше сподіваної корисності;
- сподівана корисність більше корисності сподіваного доходу;
- корисність сподіваного доходу дорівнює сподіваній корисності.

Премія за ризик в теорії корисності – це:

– сума в одиницях виміру показника x , яку потрібно запропонувати суб'єкту, що неохочий до ризику, щоб він відмовився від участі в лотереї;

– сума в одиницях виміру показника x , якою суб'єкт згоден поступитися із середнього виграшу щоб уникнути ризику, який пов'язаний із лотереєю і отримувати гарантований дохід без ризику;

– сума в одиницях виміру показника x , яку сподівається отримати суб'єкт, схильний до ризику, при участі в лотереї.

Функція корисності особи, що схильна до ризику:

- опукла донизу;
- опукла догори;
- функція прямої.

Функція корисності особи, що неохочий до ризику:

- опукла донизу;
- опукла догори;
- функція прямої.

Криві байдужості в теорії корисності – це:

– комбінація сподіваних доходностей і відповідних їм ризиків, які мають однакову корисність для суб'єкта;

– комбінація сподіваних доходностей і відповідних їм ризиків, які мають різну корисність для суб'єкта;

– комбінація сподіваних доходностей і відповідних їм ризиків для різних суб'єктів.

ТЕМА 5. РИЗИК ІНВЕСТУВАННЯ. СТРУКТУРА ПРОЕКТНОГО РИЗИКУ І МЕТОДИ ЙОГО ВИМІРЮВАННЯ.

5.1. Основні принципи розробки інвестиційної стратегії з урахуванням ризику.

5.2. Показники оцінки інвестиційних проектів з урахуванням ризику.

5.3. Методи оцінки ризику і прийняття інвестиційних рішень.

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

5.5. Принципи формування інвестиційного портфеля з врахуванням ризику.

5.1. 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:

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

5.2. 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 (T)* – 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.

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{C_F}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{Co_F}{(1+r)^t} \quad (5.1)$$

де C_F – чистий потік доходу; Co_F – 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:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{C_F}{(1 + IRR)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{Co_F}{(1 + IRR)^t} = 0 \quad (5.2)$$

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.

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

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{C_F}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{Co_F}{(1+r)^t}} \quad (5.3)$$

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

5.3. 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:

– коригування сподіваних доходів по проекту (коли у процесі розрахунку показників беруть до уваги різні можливі варіанти надходжень і здійснюються через показники математичного сподівання;

– коригування дисконтної ставки, яка приймається при розрахунку показників ефективності проекту.

Для того, щоб зрозуміти *структуру проектного ризику*, потрібно його розглянути з трьох точок зору:

1. На рівні окремо розглядаємого проекту без зв'язків його з іншими проектами фірми.
2. На рівні портфеля інвестиційних проектів фірми.
3. На рівні портфеля акціонера, який включає поряд з акціями даної фірми, акції інших компаній.

Виділяють три різних типа проектного ризику:

1. *Власний ризик проекту* – це ризик проекту, якщо в портфелі фірми знаходиться тільки цей один проект, а в портфелі акціонера тільки акції даної фірми.

2. *Корпоративний або внутрифірмений ризик проекту* – це ризик, який добавляє даний проект до ризику портфеля проектів фірми загалом. Не враховується ефект диверсифікації портфеля акціонера.

3. *Систематичний, ринковий або b-ризик проекту* – це ризик оцінений з позиції інвестора, який має портфель акцій різних фірм.

Інвестиційний проект може мати високий власний ризик й при цьому незначний корпоративний і ринковий ризику, якщо портфель проектів фірми і портфель інвестора добре диверсифіковані.

Найбільш важливим типом ризиків для інвесторів всіх категорій являється систематичний ризик проекту, так як він впливає на необхідну норму дохідності проекту.

Корпоративний ризик має високе значення для інвесторів, які мають недиверсифікований портфель акцій, крім того він характеризує надійність і привабливість фірми і її проектів для кредиторів.

Власний ризик суттєвого значення для інвесторів в розвинутій економіці не має, тому що там дуже високо проявляє себе ефект диверсифікації. Але в умовах становлення ринків, коли часто проект розглядається без зв'язків з іншими проектами, коли відсутній вторинний ринок цінних паперів, коли

важко добитись ефекту диверсифікації, власний ризик набуває особистого значення.

Головна ідея аналізу рівня власного ризику – оцінка невизначеності сподіваної чистої приведеної вартості від даного проекту.

Практично всі розрахункові значення грошових потоків, на котрих базується проектний аналіз, є сподіваними значеннями випадкових величин з відомими законами розподілу ймовірностей. Ці розподіли можуть мати більшу або меншу варіацію, що відображує більшу або меншу ступінь ризику.

На практиці для оцінки ризику інвестицій і прийняття інвестиційного рішення використовують *наступні методи оцінки власного ризику*:

– *Аналіз та оцінка чутливості інвестиційного проекту* – техніка аналізу проектного ризику, яка показує, як зміниться значення грошових потоків проекту при заданому зміненні вхідної змінної при інших незмінних умовах.

Цей метод дозволяє дати відповідь на питання, який вплив на показники ефективності проекту має зміна в певних межах окремого параметру ризику.

Алгоритм аналізу чутливості:

1. Визначення ключових змінних, які впливають на чисту приведену вартість, яка цікавить аналітика.

2. Встановлення аналітичної залежності чистої приведеної вартості від ключових змінних.

3. Розрахунок базової ситуації – встановлення сподіваного значення чистої приведеної вартості при сподіваних значеннях ключових змінних.

4. Змінення однієї із вхідних змінних на деяку величину (в %), при цьому інші змінні мають фіксоване значення.

5. Розрахунок нового значення чистої приведеної вартості і його зміна в відсотках. Пункти 4-5 проводяться послідовно для всіх вхідних змінних, заносяться у таблицю і зображуються графічно.

6. Аналіз отриманих результатів і формування чутливості чистої приведеної вартості до зміни різних вхідних параметрів.

Проект з більш чутливою чистою приведеною вартістю розглядається як більш ризикований, так як малі зміни вхідної змінної сприяють великому розсіюванню значень показника, що досліджується біля його сподіваного значення, а значить і ризик.

Але аналіз чутливості має і недоліки, тому що значення чистої приведеної вартості проекту залежить не тільки від значень вхідних змінних, але і від інтервалу імовірних значень цих змінних, який визначається імовірнісним розподілом.

– *Сценарний аналіз* – техніка аналізу інвестиційного ризику, яка дозволяє врахувати як чутливість чистої приведеної вартості до вхідних змінних, так і інтервал у якому знаходяться їх імовірнісні значення.

Для проведення сценарного аналізу аналітику потрібно отримати інформацію про кількісні характеристики "поганої" і "хорошої" множини станів. Для цих значень змінних розраховується чиста приведена вартість, яка порівнюється потім із сподіваним базовим значенням досліджуваного показника, тобто проводиться розрахунок за оптимістичними, песимістичним і базовим сценарієм.

На основі результатів сценарного аналізу визначають математичне сподівання, дисперсію і середньоквадратичне відхилення. Для цього потрібна експертна оцінка ймовірності реалізації кожного сценарію.

Після цього коефіцієнт варіації чистої приведеної вартості проекту порівнюють із коефіцієнтом варіації середнього проекту фірми.

Недоліком даного метода є те, що розглядаються тільки декілька дискретних значень результатів проекту, а в дійсності їх може бути більше.

– *Імітаційне 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. *Імітаційний метод Монте-Карло* – (був запропонован Девідом Хертцем у 1964 році на основі математичних основ аналізу ризику в азартних іграх) потребує потужного комп'ютера і ефективних програмних продуктів.

Алгоритм проведення імітації:

1. Встановлення закону розподілу випадкових величин вхідних змінних від яких залежить величина чистої приведеної вартості.

2. За допомогою датчика випадкових чисел, який вбудований в програму, у відповідності із законом розподілу, проводять вибір значень вхідних змінних.

3. Значення цих змінних використовують для розрахунку чистої приведеної вартості, рентабельності і інших характеристик Пункти 2-3 повторюється достатню кількість разів (наприклад 500).

4. На основі великої кількості результатів імітаційних експериментів складається закон ймовірнісного розподілу чистої приведеної вартості, рентабельності і інших характеристик, важливих для аналітика.

Вхідними змінними для моделювання можуть бути: обсяг ринку; ціна продажу; індекс зростання ринку; доля фірми на ринку; потрібні інвестиції; операційні або змінні витрати; фіксовані витрати; строк амортизації обладнання тощо.

Імітаційний метод Монте-Карло також має недоліки. Головна проблема – це визначення кореляційного зв'язку між випадковими змінними, які формулюють величину грошових потоків, також він ігнорує ефект диверсифікації.

5.4. 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 (МОКА)*, за якою ризик інвестицій залежить від ризику інвестиційного портфелю, яким в ідеальному випадку є весь фондовий ринок і показник, який показує цю залежність – коефіцієнт β , а ризик портфелю підприємства в свою чергу залежить від індивідуальних ризиків проектів.

β - коефіцієнт, або коефіцієнт чутливості (β_s) – міра змінюваності доходності активу відносно коливань доходності ринку, тобто він показує залежність визначеної акції від доходів в середньому нп ринку.

Якщо $\beta=1$, то доходи даної акції мають такий ризик, як і ринок взагалі.

Якщо $\beta=2$, то доходи акції ризикованіші ніж ринок взагалі, якщо $0<\beta<1$, то доходи акції менш ризиковані ніж ринок взагалі. Якщо $\beta<0$, то доходність акцій коливається в протилежному напрямку доходності ринку.

При розгляданні залежності між доходністю акцій та доходністю на ринку (рис. 5.1.) кут нахилу кожної лінії відповідає β -чутливості до ринку або ризикованість акції в порівнянні із загальною доходністю ринку, тобто $\beta = \text{tg}(\alpha)$.

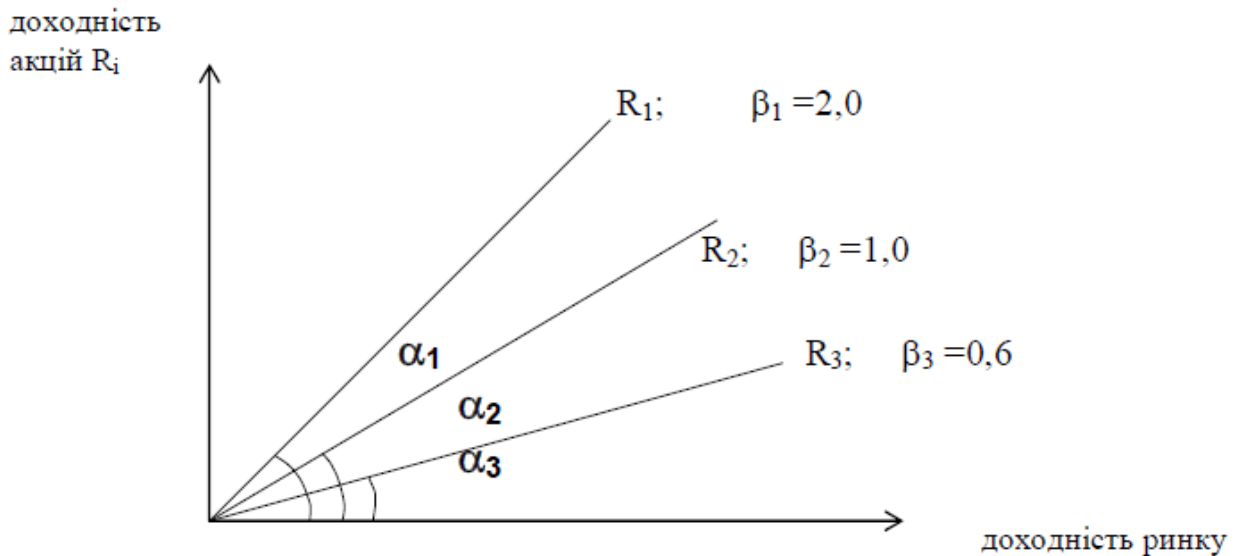


Рис. 5.1. Залежність між доходністю акцій та ринком

Аналізуючи рисунок, можна зробити висновки, що доходи акції R_1 ризикованіші ніж ринок взагалі, доходи акції R_2 мають такий самий ризик, як і ринок взагалі, доходи акції R_3 менш ризиковані ніж ринок взагалі

Модель оцінки капітальних активів має такі обмеження:

- вона розрахована на один період;
- інвестора цікавить тільки сподівана доходність і середньоквадратичне відхилення (головні параметри нормального розподілу);
- всі інвестори обережні і несхильні до ризику;
- дії окремого інвестора не впливають на рівень цін, так як ціни встановлює ринок;
- інвестор має можливість владувати гроші під без ризиковий процент і можуть брати позику під такий без ризиковий процент.

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.

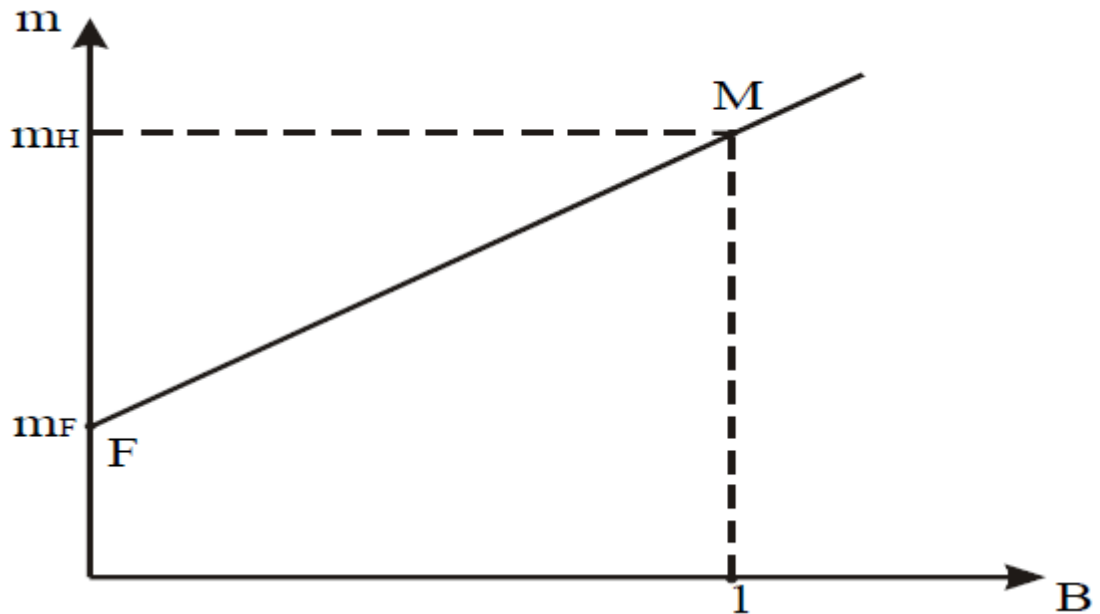


Рис. 5.2. Лінія ринку капіталів

Кожен портфель можна подати графічно у двомірному просторі, де на осі X відкладаємо значення коефіцієнту β 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 точки F до M разом із збільшенням норми доходу відбувається зростання ступеня ризику.

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

$$m = m_F + \beta(m_M - m_F) \quad (5.4)$$

де m – необхідна норма доходності будь-яких цінних паперів; m_M – середньоринкова норма доходу ринку капіталів; β – коефіцієнтом

систематичного ризику обраних цінних паперів; m_F – безризикова норма доходу.

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 середньо ринкову 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 β 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.

5.5. 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.

Запитання для самоперевірки:

1. Що таке власний ризик проекту?
2. Що таке корпоративний ризик проекту?
3. Що таке систематичний ризик проекту?
4. Структура проектного ризику.
5. Перелічіть методи оцінки власного ризику.
6. Алгоритм аналізу чутливості.
6. Розкрийте зміст сценарного аналізу.
8. Алгоритм імітаційного методу Монте-Карло.
9. Поняття диверсифікації.
10. Поняття структури портфеля.
11. Ідея моделі оцінки капітальних активів.
12. Намалюйте лінію надійності ринку.
13. Що таке лінія ринку капіталу.
14. Що таке ринковий портфель?
15. Як обирається межа ефективності?
16. Перерахуйте методи оцінки систематичного ризику.

16. Алгоритм ігрового методу для оцінки коефіцієнта чутливості.

18. В чому полягає зміст методу облікового b -коефіцієнту?

19. Вкажіть формули для розрахунку b -коефіцієнту.

Тести для самоперевірки:

Власний ризик – це:

– це ризик проекту, якщо в портфелі фірми знаходиться тільки цей один проект, а в портфелі акціонера тільки акції даної фірми;

– це ризик, який добавляє даний проект до ризику портфеля проектів фірми загалом, при цьому не враховується ефект диверсифікації портфеля акціонера;

– це ризик оцінений з позиції інвестора, який має портфель акцій різних фірм, він не залежить від інвестора так як обумовлений ризиком ринку взагалі і залежить від коливань доходностей всіх активів, що існують на ринку.

Ставка дисконту – це:

– внутрішня норма рентабельності проекту;

– середня прибутковість на ринку;

– норма доходу на альтернативні та доступні на ринку інвестиційні можливості з приблизно таким самим рівнем ризику;

– процентна ставка прибутковості підприємства.

Із двох майбутніх проектів вищу дисконтну ставку має той:

– що закінчиться пізніше;

– що закінчиться раніше.

Із двох майбутніх проектів вищу дисконтну ставку має той:

– що має нижчий сподіваний рівень ризику;

- що має вищий сподіваний рівень ризику.

Чим вище середні відсоткові ставки на ринку:

- тим вище ставка дисконту;
- тим нижче ставка дисконту.

Якщо проект впроваджується на підприємстві, яке вже працює, то:

- ставка дисконту повинна бути не менше ніж вартість власного капіталу;
- ставка дисконту повинна бути менше ніж вартість власного капіталу.

Чиста приведена вартість проекту розраховується, як:

- різниця між приведеними (дисконтованими) вартостями всіх грошових надходжень і витратами на реалізацію проекту;
- як різниця між вартістю реалізованої продукції і витрат на її виробництво і реалізацію.

При оцінці ефективності інвестиційного проекту з урахуванням ризику, ризик враховується у:

- ставці дисконту;
- обсязі інвестицій;
- внутрішній нормі рентабельності;
- індексі прибутковості.

При оцінці ефективності інвестиційного проекту з урахуванням ризику за двома варіантами ставки дисконту:

- чим вище ставка дисконту тим нижче чиста приведена вартість проекту;
- чим вище ставка дисконту тим вище чиста приведена вартість проекту.

Внутрішня норма рентабельності інвестиційного проекту – це:

- рентабельність власного капіталу;
- рентабельність продукції;
- норма дисконту, при якій чиста приведена вартість дорівнює нулю;
- норма дисконту, при якій чиста приведена вартість дорівнює вартості власного капіталу.

Якщо внутрішня норма рентабельності вище ставки дисконту, то:

- проект є доцільним за критерієм чистої приведеної вартості;
- проект не є доцільним за критерієм чистої приведеної вартості.

Термін окупності проекту розраховується як:

- кількість періодів до повної компенсації вкладень плюс неповернений залишок на початок наступного періоду поділений на чистий потік доходів на наступний за ним період;
- кількість періодів до повної компенсації вкладень плюс неповернений залишок на початок наступного періоду поділений на неповернений залишок на наступний за ним період.

Індекс прибутковості визначається як:

- відношення дисконтового потоку витрат до дисконтового потоку доходів;
- відношення дисконтового потоку доходів до дисконтового потоку витрат.

Техніка аналізу проектного ризику, яка показує, як зміниться значення грошових потоків проекту при заданій зміні вхідної змінної при інших незмінних умовах, називається:

- сценарний аналіз;
- аналіз чутливості;

- аналіз точки беззбитковості;
- імітаційне моделювання методом Монте-Карло;

Проект з більш чутливою чистою приведеною вартістю розглядається як:

- менш ризиковий;
- більш ризиковий;

Техніка аналізу інвестиційного ризику, яка дозволяє врахувати як чутливість чистої приведеної вартості до вхідних змінних, так і інтервал в якому знаходяться їх імовірнісні значення, називається:

- сценарний аналіз;
- аналіз чутливості;
- аналіз точки беззбитковості;
- імітаційне моделювання методом Монте-Карло;

Техніка аналізу інвестиційного ризику яка дозволяє побудувати закон розподілу чистої приведеної вартості на основі знань про закони розподілу випадкових величин вхідних змінних, називається:

- сценарний аналіз;
- аналіз чутливості;
- аналіз точки беззбитковості;
- імітаційне моделювання методом Монте-Карло;

Техніка аналізу інвестиційного ризику яка дозволяє визначити мінімальний обсяг продажу, вище якого підприємство починає отримувати прибуток, називається:

- сценарний аналіз;
- аналіз чутливості;
- аналіз точки беззбитковості;

- імітаційне моделювання методом Монте-Карло;

Корпоративний ризик можна розрахувати:

- за допомогою лінії регресії, яка відображає взаємозв'язок між доходністю проекту і ринковою доходністю портфеля активів компанії;
- за допомогою лінії регресії, яка відображає взаємозв'язок між доходністю проекту і доходністю в середньому на ринку;

Корпоративний ризик можна знизити:

- шляхом диверсифікації портфеля активів компанії;
- шляхом диверсифікації портфеля активів акціонера;

Систематичний ризик або b -коефіцієнт чутливості компанії до ринку показує:

- взаємозв'язок між доходністю проекту і ринковою доходністю портфеля активів компанії;
- взаємозв'язок між доходністю проекту і доходністю в середньому на ринку;

Доходність активу вважається більшою ризиковою ніж ринок взагалі, якщо:

- ринковий або систематичний ризик даного активу більше за одиницю;
- ринковий або систематичний ризик даного активу менше за одиницю;
- ринковий або систематичний ризик даного активу дорівнює одиниці;

Доходність активу вважається меншою ризиковою ніж ринок взагалі, якщо:

- ринковий або систематичний ризик даного активу більше за одиницю;
- ринковий або систематичний ризик даного активу менше за одиницю;
- ринковий або систематичний ризик даного активу дорівнює одиниці;

Чим більше систематичний ризик компанії, тим:

- вищою повинна бути середня прибутковість компанії;
- нижчою повинна бути середня прибутковість компанії;

Тема 6. СПОСОБИ ЗНИЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ

План

6.1. Принципи менеджменту ризику. Класифікація ризиків за способом мінімізації.

6.2. Диверсифікація як спосіб зниження ризику. Теорія портфеля.

6.3. *Запаси і резерви як спосіб зниження ризиків.*

6.4. *Страхування ризику.*

6.1. 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	
	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
5. Встановлення лімітів.
6. Диверсифікація.
7. Створення резервів і запасів.
8. Отримання додаткової інформації.

Пункти 3 і 4 відносять до зовнішніх способів зниження ризику, коли інвестор або суб'єкт ризику передає відповідальність за настання можливих втрат третій стороні.

Вибір того чи іншого способу мінімізації економічного ризику обумовлюється декількома факторами, зокрема, схильністю суб'єкта рішення до ризику; видами ризику і т.д. Ці методи не виключають один одного, тому можуть використовуватися одночасно. Причому основною умовою при такому виборі повинна залишатись економічна доцільність. Найкращим варіантом вибору напряму мінімізації (оптимізації) ризику є обґрунтована комбінація декількох методів, а основним критерієм вибору виступає наявність оптимального співвідношення між досягнутим ступенем зниження ризику та необхідними для цього витратами.

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 (наприклад, ризик інфляції не страхують).

Попередження або уникнення ризику – це заходи, спрямовані на недопущення ризикованих ситуацій. Об'єктом превентивних заходів виступають ризикові ситуації. Превентивні заходи уникнення ризику поділяються на дві групи: універсальні та спеціальні. До універсальних належать такі, що характерні для різних видів ризику і за суттю мають однаковий характер впливу. Наприклад, розробка різних нормативно-регламентуючих документів, забезпечення дотримання трудової, виробничої і технологічної дисципліни тощо.

Спеціальні превентивні заходи спрямовані на недопущення окремих видів господарського ризику, пов'язаного з можливим зростанням цін, зміною курсу валют або падінням ділової активності. До превентивних заходів, спрямованих на уникнення ризику, відносять удосконалення управління і виробництва та бізнес-планування.

Вирівнювання ризику – це процес нейтралізації негативного впливу здійснення ризикових операцій за рахунок паралельного проведення аналогічних операцій з позитивним результатом або розподілу втрат серед суб'єктів, причетних до господарського ризику. Вирівнювання ризику потребує незначних витрат, це невід'ємний складовий елемент підприємницьких дій, свідчення високої економічної культури працівників. Залежно від змісту здійснюваних заходів з вирівнювання ризику розрізняють такі його види: вирівнювання ризику у просторі (передбачає розподіл можливих витрат в окремих підрозділах підприємства або серед сторін ризикованої ситуації замовником і підрядчиком, продавцем і покупцем тощо); вирівнювання ризику у часі (полягає у віднесенні здійснення певних однорідних господарських операцій до однієї і тієї ж дати. Воно не приводить до усунення чи зменшення можливих втрат. Прикладами вирівнювання ризику у часі є одночасне здійснення бартерних обліків, актів купівлі-продажу).

Зниження ризику має на увазі зменшення або розмірів можливого збитку, або імовірності настання несприятливих подій. Найчастіше воно

досягається за допомогою здійснення попереджувальних організаційно-технічних заходів під якими розуміються різні способи посилення безпеки будинків і споруджень, установка систем контролю, протипожежних пристроїв, проведення навчання персоналу прийомам поведіння в екстремальних ситуаціях тощо.

Збереження ризику на існуючому рівні може відбуватися за рахунок створення резервних фондів, самострахування, отримання кредитів, позик або державних дотацій для компенсування збитків та відновлення виробництва.

Лімітування – система обмежень, як зверху, так і знизу, що сприяють зменшенню ступеня ризику. У підприємницькій діяльності найчастіше лімітування застосовується при продажу товарів у кредит, наданні позик, визначенні сум капіталів тощо.

6.2. Диверсифікація як спосіб зниження ризику. Теорія портфеля.

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. У зарубіжній літературі диверсифікація ризику розглядається з позиції вкладання капіталу у цінні папери. Але у вітчизняній літературі, її застосовують також і при вирішенні питань зменшення втрат від ризику в інших сферах діяльності.

Виділяють наступні види диверсифікації:

- диверсифікація виробничого ризику;
- диверсифікація комерційного ризику;
- диверсифікація валютного ризику;
- диверсифікація фінансового ризику.

Диверсифікація виробничого ризику являє собою розширення кількості різних елементів, що мають пряме чи опосередковане відношення до виробничого процесу. Різновидами такої диверсифікації є: диверсифікація джерел постачання матеріальних і паливно-сировинних ресурсів; диверсифікація об'єктів виробництва (розширення номенклатури і асортименту продукції).

Диверсифікація комерційного ризику за своєю суттю не відрізняється від диверсифікації виробничого ризику. Різниця лише в тому, що у даному випадку розширюється кількість ринкових сегментів, на яких діє фірма.

Диверсифікація валютного ризику передбачає використання значного набору валют при укладанні експортно-імпортних угод.

Теоретичні підходи до диверсифікації фінансового ризику найбільш розроблені та пов'язані з формування портфелю цінних паперів.

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.

Економіко-математична модель 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 різнощільність 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 на рис. 6.1

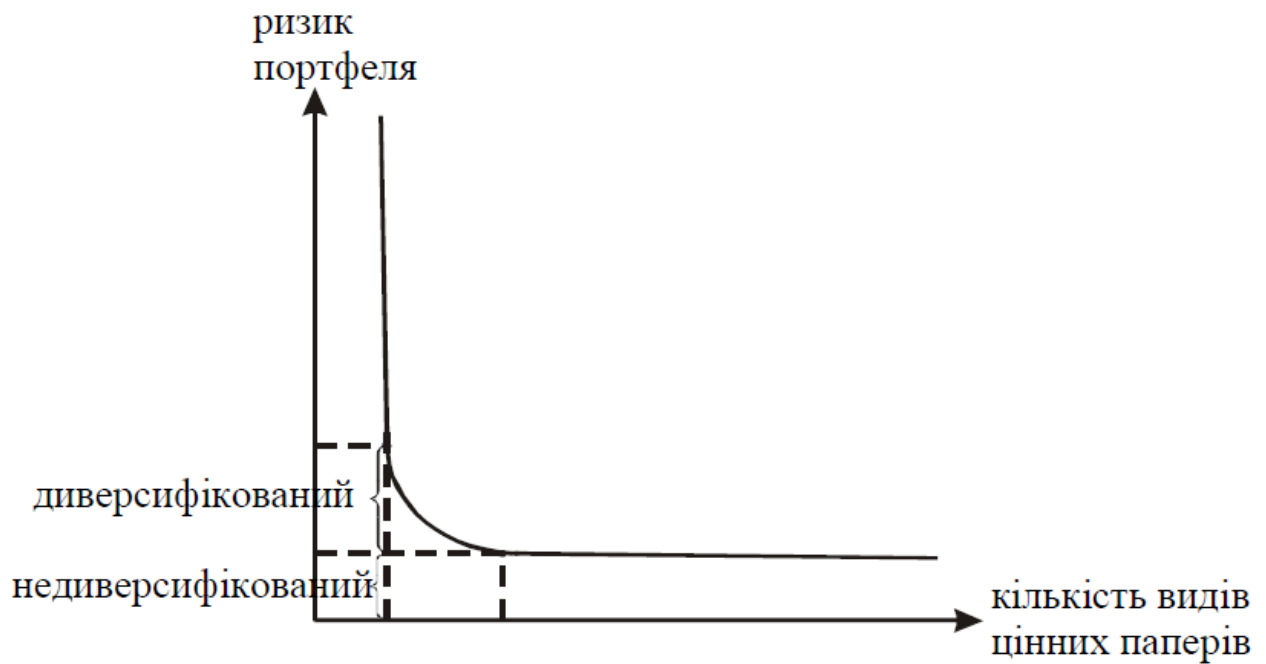


Рис. 6.1. Залежність між складом та ризиком інвестиційного портфеля

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:

$$\sigma_{порт}^2 = \sigma_1^2 \cdot h_1^2 + \sigma_2^2 \cdot h_2^2 + 2R \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot h_1 \cdot h_2 \quad (6.1)$$

σ_1^2, σ_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 β .

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:

$$\beta_{\text{порт}} = \sum_{i=1}^n \beta_i h_i \quad (6.2)$$

6.3. 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.

6.4. Страхування ризику.

Один із найпоширеніших методів впливу на ризик – це страхування. При страхуванні укладається угода, згідно з якою страховик (страхова компанія) за певну винагороду (страхову премію) зобов'язується повністю або частково відшкодувати страхувальнику (господареві об'єкта) збитки (страхову суму), яких він (застраховане ним майно) зазнав унаслідок настання передбачених страховим договором небезпечних подій.

Отже страхування можна визначити як сукупність економічних відносин між учасниками, спрямованих на формування за рахунок грошових внесків цільового страхового фонду та використання останнього на відшкодування збитку і виплату страхових сум.

Суть страхування полягає у передачі ризику (відповідальності за результат негативних наслідків) будь-кому іншому за певну винагороду. Розрізняють три способи страхування: особисте, майнове і страхування відповідальності. У системі страхування економічних ризиків найпоширенішим є майнове страхування та страхування відповідальності.

Майнове страхування – це сфера страхування, в якій об'єктом страхових відносин виступає майно в різних видах (будівлі, обладнання, транспортні засоби, сировина, матеріали, продукція, тощо) і майнові інтереси.

Найчастіше майно страхується на випадок знищення або пошкодження в результаті стихійного лиха, нещасних випадків, пожеж, крадіжок, тощо. Майнові інтереси страхуються на випадок недоотримання прибутку або доходів (упущеної вигоди), неплатежу за рахунок платежу продавця продукції, простоїв обладнання, зміни валютних курсів, тощо.

Останнім часом широке застосування у підприємницькій діяльності набуває страхування відповідальності – це галузь страхування, де об'єктом виступає відповідальність перед третіми особами за заподіяний їм збиток внаслідок будь-якої дії або бездіяльності страхувальника. Відповідальність підприємця передбачає широкий спектр ситуацій – від його відповідальності за непогашення кредитів до відповідальності за екологічне забруднення, спричинення збитку природі та мешканцям району через неправильну технологію діяльності.

Однією із специфічних форм страхування майнових інтересів є хеджування – це система заходів, що дозволяють виключити або обмежити ризики фінансових операцій через несприятливі зміни курсу валют, цін на товари, відсоткових ставок і таке інше у майбутньому. До таких заходів належать ф'ючерсні та форвардні операції, опціони тощо.

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.

Запитання для самоперевірки:

1. Поняття ризик-менеджменту.
2. Які основні методи мінімізації ризику?
3. Сутність диверсифікації.
4. Основні види диверсифікації.
5. Що таке структура портфеля цінних паперів?

6. В чому сутність управління портфелем інвестицій?
7. Як можна обчислити сподівану норму прибутку та ризик портфеля, який складається із двох звичайних акцій?
8. Що таке оптимальна структура портфеля, який складається із двох звичайних акцій?
9. Сутність запасів та резервів як методу мінімізації ризику.
10. Сутність страхування як методу мінімізації ризику.
11. Види страхування.

Тести для самоперевірки:

Портфель цінних паперів - це:

- розосередження коштів між цілим рядом різних активів у найбільш вигідних і безпечних пропорціях;
- розосередження коштів між цілим рядом акціонерів в одному акціонерному товаристві;

Ефективність цінних паперів залежить від:

- дивідендів;
- ціни продажу;
- від ціни покупки;
- від всіх перелічених факторів;

Економіко-математична задача вибору оптимальної структури портфеля цінних паперів вперше була запропонована:

- Марковіцем;
- Тобінім;
- Нейманом;
- Шарпом;

Оптимальна структура портфеля цінних паперів:

- не залежить від схильності інвесторів до ризику;
- залежить від схильності інвесторів до ризику;

В ситуації, коли можливі збитки внаслідок несприятливих подій значні, а ймовірність їх настання невелика, необхідно:

- передавати ризик третій стороні (страхувати);
- уникати ризику;
- контролювати ризик;
- ризикувати (прийняти ризик).

В ситуації, коли збитки внаслідок несприятливих подій значимі, а ймовірність їх настання велика, необхідно:

- передавати ризик третій стороні (страхувати);
- уникати ризик;
- контролювати ризик;
- ризикувати (прийняти ризик).

В ситуації, коли величина збитків внаслідок настання несприятливих подій незначна, а ймовірність настання висока, необхідно:

- передавати ризик третій стороні (страхувати);
- уникати ризик;
- контролювати ризик;
- ризикувати (прийняти ризик).

В ситуації коли збитки внаслідок настання несприятливих подій незначні і невеликою є ймовірність їх настання, необхідно:

- передавати ризик третій стороні (страхувати);
- уникати ризик;
- контролювати ризик;

ПРАКТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Лабораторна робота № 1

Тема. Статистична обробка біржових даних про цінні папери.

Завдання.

1. Визначити очікувану курсову вартість як математичне сподівання попередніх вартостей для кожного паперу.
2. Визначити місячні доходності за попередні три роки як відношення приросту вартості до початкової вартості для кожного паперу.
3. Визначити очікувану доходність як математичне сподівання попередніх доходностей для кожного паперу.
4. Обчислити середньоквадратичне відхилення як міру ризику цінного паперу для кожного паперу.
5. Обчислити коваріацію доходностей двох цінних паперів за попередні періоди.
6. Обчислити коефіцієнт кореляції двох паперів.

Порядок виконання роботи.

Вихідні дані для статистичної обробки наведені в таблиці 1 і 2

Таблиця №1 Курсова вартість цінних паперів емітента 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
123,66	113,85	130,72	108,23	137	103,64	142,02	100,49	145,45	99,07	147,05	99,53
146,74	101,89	144,59	106,01	140,81	111,59	135,75	118,24	129,85	125,47	123,63	132,76
117,64	139,56	112,38	145,37	108,33	149,79	105,85	152,49	105,19	153,32	106,43	152,24

Таблиця №2 Курсова вартість цінних паперів емітента 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
307,23	297,62	321,36	295,9	334,51	295,47	346,1	296,83	355,69	300,36	363	306,25
367,91	314,5	370,53	324,95	371,11	337,24	370,08	350,86	368,02	365,2	365,56	379,61
363,37	393,42	362,1	406	362,35	416,82	364,55	425,51	369,02	431,84	375,88	435,8

1. Очікувану курсову вартість розрахуємо як середню арифметичну вартість для кожного паперу:

$$P_{\text{очік.}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (1)$$

де P_i – щомісячна вартість цінного паперу;

$P_{\text{очік.}}$ – очікувана курсова вартість;

n – кількість періодів.

Також можна використовувати вбудовану функцію OpenOffice.Calc «AVERAGE» (СРЗНАЧ - Excel).

Очікувана курсова вартість першого паперу дорівнює 125,46 ум.од., а другого паперу 355,9 ум.од.

1. Позначимо місячну доходність D_i . Місячну доходність кожного паперу за попередні три роки визначаємо за формулою:

$$D_i = \frac{P_i - P_{i-1}}{P_{i-1}} \quad (2)$$

Таблиця №3 Місячна доходність цінних паперів емітента 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	-0,08	0,15	-0,17	0,27	-0,24	0,37	-0,29	0,45	-0,32	0,48	-0,32
0,47	-0,31	0,42	-0,27	0,33	-0,21	0,22	-0,13	0,10	-0,03	-0,01	0,07
-0,11	0,19	-0,19	0,29	-0,25	0,38	-0,29	0,44	-0,31	0,46	-0,31	0,43

Таблиця №4 Місячна доходність цінних паперів емітента 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	-0,03	0,08	-0,08	0,13	-0,12	0,17	-0,14	0,20	-0,16	0,21	-0,16
0,20	-0,15	0,18	-0,12	0,14	-0,09	0,10	-0,05	0,05	-0,01	0,00	0,04
-0,04	0,08	-0,08	0,12	-0,11	0,15	-0,13	0,17	-0,13	0,17	-0,13	0,16

3. Визначаємо очікувану доходність за формулою:

$$D_{\text{очік.}} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (3)$$

Очікувана доходність першого паперу дорівнюватиме 0,05, а другого паперу 0,02.

4. Обчислюємо середньоквадратичне відхилення як для вартості, так і для доходності за наступними формулами:

$$\sigma_P = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P_{\text{очік.}})^2}{n-1}} = \quad \text{та} \quad \sigma_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - D_{\text{очік.}})^2}{n-1}} \quad (4)$$

$$\sigma_{P_1} = 18,29 ; \quad \sigma_{P_2} = 39,27 ; \quad \sigma_{D_1} = 0,297 ; \quad \sigma_{D_2} = 0,12 .$$

Для розрахунку середньоквадратичного відхилення також можна використовувати вбудовану функцію OpenOffice.Calc "STDEV" (СТАНДОТКЛОН- Excel).

Середньоквадратичне відхилення характеризує міру ризику кожного цінного паперу. Чим більше значення середньоквадратичного відхилення, тим більш ризикованою є цінна папера.

5. Обчислюємо коваріацію доходностей цінних паперів за попередні роки за формулою:

$$\text{Cov}(X,Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - P_{\text{очік.}_x})(y_i - P_{\text{очік.}_y}) \quad (5)$$

де x_i відповідає першому масиву даних (цінний папір 1), а y_i – другому (цінний папір 2). Тоді:

$$\text{Cov}(X,Y) = 0,036$$

Коваріація відображає ступінь статистичної залежності між двома множинами. Для розрахунку коваріації також можна використовувати вбудовану функцію OpenOffice.Calc «COVAR» (КОВАР - Excel).

6. Розраховуємо коефіцієнт кореляції доходностей двох паперів:

$$\rho_{x,y} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (6)$$

Коефіцієнт кореляції показує ступінь лінійного зв'язку між змінними. Приймає значення від -1 (характеризує лінійний зворотній зв'язок) до +1 (характеризує лінійний прямий зв'язок).

Отримуємо наступні результати:

$$\rho_{x,y} = 0,996$$

Кореляція доходностей – дуже висока. Обидві змінні змінюються залежно одна від одної, тобто збільшення доходності однієї цінної папери призведе до збільшення доходності другої цінної папери і навпаки. Наочно ця залежність відображена на рис.1.

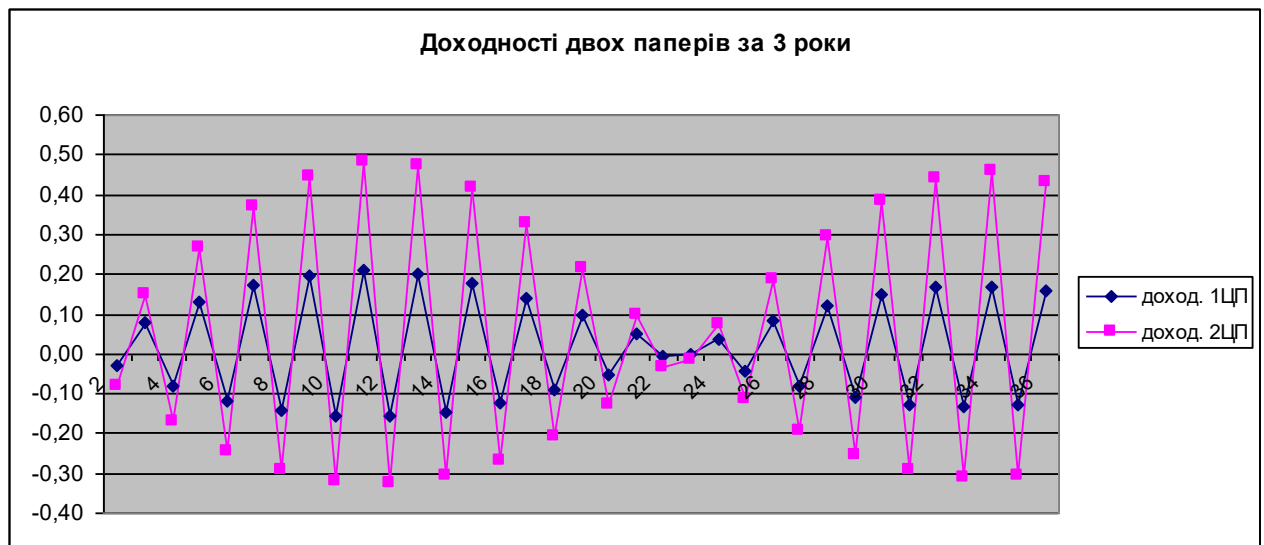


Рис.1 Доходності двох цінних паперів за 3 роки.

Для розрахунку коефіцієнта кореляції також можна використовувати вбудовану функцію OpenOffice.Calc «CORREL» (КОРРЕЛ- Excel).

Характеристики значень коефіцієнта кореляції наведені у таблиці.

Значення	Характеристика
до 0,2	Дуже слабка кореляція
до 0,5	Слабка кореляція
до 0,7	Середня кореляція
до 0,9	Висока кореляція
більше 0,9	Дуже висока кореляція

Варіанти виконання індивідуального завдання на лабораторну роботу

№1.

Варіант №1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
307.23	297.62	321.36	295.90	334.51	295.47	346.10	296.83	355.69	300.36	363.00	306.25
367.91	314.50	370.53	324.95	371.11	337.24	370.08	350.86	368.02	365.20	365.56	379.61
363.37	393.42	362.10	406.00	362.35	416.82	364.55	425.51	369.02	431.84	375.88	435.80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
827.31	502.42	595.51	842.92	543.92	545.37	843.17	593.86	503.56	828.02	648.27	473.41
798.70	702.83	457.33	757.53	753.17	456.60	707.79	795.30	471.28	653.45	825.85	500.19
598.84	842.39	541.04	548.30	843.61	590.56	505.86	829.41	644.82	474.90	800.91	699.50

Варіант №2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
291.17	323.53	340.44	339.03	320.93	291.83	260.15	234.91	223.56	230.16	254.38	291.54
333.84	372.19	398.47	407.54	398.43	374.66	343.32	313.37	293.40	289.58	304.13	334.76
375.23	416.93	450.91	470.13	471.16	455.02	426.94	395.07	368.49	354.98	359.12	381.18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
128.50	189.59	142.71	154.39	197.49	140.95	183.25	195.97	148.52	209.31	188.78	166.31
227.70	181.40	192.02	235.92	179.40	220.88	234.65	186.65	247.11	227.56	204.14	265.79
220.10	229.66	274.34	217.85	258.50	273.33	224.78	284.91	266.34	241.97	303.88	258.80

Варіант №3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
63.96	82.87	132.96	145.78	106.28	74.37	99.08	148.32	154.87	112.65	85.47	115.59
163.17	163.36	119.21	97.28	132.31	177.43	171.31	126.04	109.79	149.16	191.06	178.78
133.23	122.98	166.03	204.02	185.84	140.85	136.83	182.85	216.30	192.57	148.97	151.29
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
65.58	73.15	93.18	98.31	82.51	69.75	79.63	99.33	101.95	85.06	74.19	86.23
105.27	105.35	87.68	78.91	92.92	110.97	108.52	90.42	83.92	99.66	116.42	111.51
93.29	89.19	106.41	121.61	114.34	96.34	94.73	113.14	126.52	117.03	99.59	100.51

Варіант №4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
61.26	59.16	63.72	58.45	65.99	57.99	67.94	57.90	69.49	58.24	70.58	59.05

71.20	60.33	71.36	62.06	71.10	64.15	70.53	66.50	69.75	69.01	68.89	71.52
68.09	73.92	67.47	76.07	67.15	77.86	67.23	79.23	67.75	80.14	68.76	80.56
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
273.89	233.39	246.49	279.36	242.19	243.53	282.87	252.06	241.64	284.40	262.51	241.25
284.11	272.98	242.66	282.30	282.90	246.04	279.40	291.78	251.39	275.91	299.17	258.57
272.38	304.76	267.28	269.37	308.39	277.10	267.40	310.04	287.53	266.90	309.86	298.01

Варіант №5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
572.03	546.72	526.55	513.55	509.21	514.32	528.91	552.25	582.95	618.98	657.92	697.13
733.90	765.76	790.61	806.92	813.82	811.22	799.75	780.78	756.27	728.59	700.41	674.41
653.10	638.63	632.59	635.89	648.74	670.53	699.98	735.19	773.78	813.14	850.57	883.53
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
64.86	77.25	66.73	68.63	77.20	64.63	73.03	75.16	64.52	76.84	71.91	66.57
79.01	68.62	70.30	79.03	66.47	74.69	77.04	66.28	78.54	73.81	68.27	80.77
70.51	71.96	80.86	68.31	76.36	78.93	68.05	80.23	75.72	69.98	82.53	72.40

Варіант №6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
382.53	233.28	276.94	391.82	254.51	255.88	394.02	279.64	238.66	389.11	306.84	226.83
377.66	334.10	221.49	360.74	359.42	223.24	339.87	380.95	232.10	316.87	397.13	247.52
293.75	406.85	268.46	272.50	409.50	293.40	255.00	405.02	320.53	242.80	393.96	347.84
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
116.64	195.91	127.94	139.82	194.55	113.42	167.05	180.37	111.62	190.47	158.44	123.76
203.43	136.25	146.70	202.51	121.40	173.92	188.67	119.16	197.58	166.87	130.90	210.93
144.57	153.58	210.46	129.39	180.79	196.96	126.72	204.67	175.31	138.04	218.42	152.90

Варіант №7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
119.77	121.02	113.08	103.71	102.00	109.98	120.79	124.96	119.12	109.11	104.60	110.21
121.24	128.03	124.79	114.98	108.08	110.91	121.32	130.23	129.90	121.11	112.40	112.26
121.28	131.63	134.27	127.24	117.47	114.41	121.34	132.36	137.80	133.13	123.11	117.42
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
37.95	36.08	34.55	33.50	33.02	33.18	33.96	35.34	37.20	39.41	41.82	44.25
46.52	48.46	49.93	50.83	51.11	50.75	49.80	48.35	46.53	44.50	42.43	40.52
38.91	37.76	37.17	37.21	37.88	39.15	40.92	43.09	45.47	47.91	50.22	52.24

Варіант №8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
123.66	113.85	130.72	108.23	137.00	103.64	142.02	100.49	145.45	99.07	147.05	99.53
146.74	101.89	144.59	106.01	140.81	111.59	135.75	118.24	129.85	125.47	123.63	132.76
117.64	139.56	112.38	145.37	108.33	149.79	105.85	152.49	105.19	153.32	106.43	152.24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
307.23	297.62	321.36	295.90	334.51	295.47	346.10	296.83	355.69	300.36	363.00	306.25
367.91	314.50	370.53	324.95	371.11	337.24	370.08	350.86	368.02	365.20	365.56	379.61
363.37	393.42	362.10	406.00	362.35	416.82	364.55	425.51	369.02	431.84	375.88	435.80

Варіант №9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
307.23	297.62	321.36	295.90	334.51	295.47	346.10	296.83	355.69	300.36	363.00	306.25
367.91	314.50	370.53	324.95	371.11	337.24	370.08	350.86	368.02	365.20	365.56	379.61
363.37	393.42	362.10	406.00	362.35	416.82	364.55	425.51	369.02	431.84	375.88	435.80

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
827.31	502.42	595.51	842.92	543.92	545.37	843.17	593.86	503.56	828.02	648.27	473.41
798.70	702.83	457.33	757.53	753.17	456.60	707.79	795.30	471.28	653.45	825.85	500.19
598.84	842.39	541.04	548.30	843.61	590.56	505.86	829.41	644.82	474.90	800.91	699.50

Варіант №10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
291.17	323.53	340.44	339.03	320.93	291.83	260.15	234.91	223.56	230.16	254.38	291.54
333.84	372.19	398.47	407.54	398.43	374.66	343.32	313.37	293.40	289.58	304.13	334.76
375.23	416.93	450.91	470.13	471.16	455.02	426.94	395.07	368.49	354.98	359.12	381.18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
128.50	189.59	142.71	154.39	197.49	140.95	183.25	195.97	148.52	209.31	188.78	166.31
227.70	181.40	192.02	235.92	179.40	220.88	234.65	186.65	247.11	227.56	204.14	265.79
220.10	229.66	274.34	217.85	258.50	273.33	224.78	284.91	266.34	241.97	303.88	258.80

Варіант №11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
63.96	82.87	132.96	145.78	106.28	74.37	99.08	148.32	154.87	112.65	85.47	115.59
163.17	163.36	119.21	97.28	132.31	177.43	171.31	126.04	109.79	149.16	191.06	178.78
133.23	122.98	166.03	204.02	185.84	140.85	136.83	182.85	216.30	192.57	148.97	151.29
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
65.58	73.15	93.18	98.31	82.51	69.75	79.63	99.33	101.95	85.06	74.19	86.23
105.27	105.35	87.68	78.91	92.92	110.97	108.52	90.42	83.92	99.66	116.42	111.51
93.29	89.19	106.41	121.61	114.34	96.34	94.73	113.14	126.52	117.03	99.59	100.51

Варіант №12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
61.26	59.16	63.72	58.45	65.99	57.99	67.94	57.90	69.49	58.24	70.58	59.05
71.20	60.33	71.36	62.06	71.10	64.15	70.53	66.50	69.75	69.01	68.89	71.52
68.09	73.92	67.47	76.07	67.15	77.86	67.23	79.23	67.75	80.14	68.76	80.56
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
273.89	233.39	246.49	279.36	242.19	243.53	282.87	252.06	241.64	284.40	262.51	241.25
284.11	272.98	242.66	282.30	282.90	246.04	279.40	291.78	251.39	275.91	299.17	258.57
272.38	304.76	267.28	269.37	308.39	277.10	267.40	310.04	287.53	266.90	309.86	298.01

Варіант №13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
572.03	546.72	526.55	513.55	509.21	514.32	528.91	552.25	582.95	618.98	657.92	697.13
733.90	765.76	790.61	806.92	813.82	811.22	799.75	780.78	756.27	728.59	700.41	674.41
653.10	638.63	632.59	635.89	648.74	670.53	699.98	735.19	773.78	813.14	850.57	883.53
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
64.86	77.25	66.73	68.63	77.20	64.63	73.03	75.16	64.52	76.84	71.91	66.57
79.01	68.62	70.30	79.03	66.47	74.69	77.04	66.28	78.54	73.81	68.27	80.77
70.51	71.96	80.86	68.31	76.36	78.93	68.05	80.23	75.72	69.98	82.53	72.40

Варіант №14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
382.53	233.28	276.94	391.82	254.51	255.88	394.02	279.64	238.66	389.11	306.84	226.83
377.66	334.10	221.49	360.74	359.42	223.24	339.87	380.95	232.10	316.87	397.13	247.52

293.75	406.85	268.46	272.50	409.50	293.40	255.00	405.02	320.53	242.80	393.96	347.84
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
116.64	195.91	127.94	139.82	194.55	113.42	167.05	180.37	111.62	190.47	158.44	123.76
203.43	136.25	146.70	202.51	121.40	173.92	188.67	119.16	197.58	166.87	130.90	210.93
144.57	153.58	210.46	129.39	180.79	196.96	126.72	204.67	175.31	138.04	218.42	152.90

Варіант №15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
119.77	121.02	113.08	103.71	102.00	109.98	120.79	124.96	119.12	109.11	104.60	110.21
121.24	128.03	124.79	114.98	108.08	110.91	121.32	130.23	129.90	121.11	112.40	112.26
121.28	131.63	134.27	127.24	117.47	114.41	121.34	132.36	137.80	133.13	123.11	117.42
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
37.95	36.08	34.55	33.50	33.02	33.18	33.96	35.34	37.20	39.41	41.82	44.25
46.52	48.46	49.93	50.83	51.11	50.75	49.80	48.35	46.53	44.50	42.43	40.52
38.91	37.76	37.17	37.21	37.88	39.15	40.92	43.09	45.47	47.91	50.22	52.24

Лабораторна робота № 2

Тема. Формування оптимального портфелю з двох акцій.

Завдання.

1. Визначити найбільш доходну акцію А.
2. Визначити найбільш надійну акцію В.
3. Сформувати з них портфель, що має мінімальний ризик.

Порядок виконання роботи.

В таблицях №1-4 наведені дані про щомісячну курсову вартість P_i цінних паперів.

Таблиця №1 Курсова вартість цінних паперів емітента 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
61,26	59,16	63,72	58,45	65,99	57,99	67,94	57,9	69,49	58,24	70,58	59,05
71,2	60,33	71,36	62,06	71,1	64,15	70,53	66,5	69,75	69,01	68,89	71,52
68,09	73,92	67,47	76,07	67,15	77,86	67,23	79,23	67,75	80,14	68,76	80,56

Таблиця №2 Курсова вартість цінних паперів емітента 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------

273,9	233,4	246,5	279,4	242,2	243,5	282,9	252,1	241,6	284,4	262,5	241,3
284,1	273	242,7	282,3	289,9	246	279,4	291,8	251,4	275,9	299,2	258,6
272,4	304,8	267,3	269,4	308,4	277,1	267,4	310	287,5	266,9	309,9	298

Таблиця №3 Курсова вартість цінних паперів емітента 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
572	546,7	526,6	513,6	509,2	514,3	528,9	552,3	583	619	657,9	697,1
733,9	765,8	790,6	806,9	813,8	811,2	799,8	780,8	756,3	728,6	700,4	674,4
653,1	638,6	632,6	635,9	648,7	670,5	700	735,2	773,8	813,1	850,6	883,5

Таблиця №4 Курсова вартість цінних паперів емітента 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
64,86	77,25	66,73	68,63	77,2	64,63	73,03	75,16	64,52	76,84	71,91	66,57
79,01	68,62	70,3	79,03	66,47	74,69	77,04	66,28	78,54	73,81	68,27	80,77
70,51	71,96	80,86	68,31	76,36	78,93	68,05	80,23	75,72	69,98	82,53	72,4

1. Позначимо місячну доходність D_i . Місячну доходність кожного паперу за попередні три роки визначаємо за формулою (2), а очікувану доходність за формулою (3):

Результати розрахунків наведені в таблицях №5-8.

Таблиця №5 Місячна доходність цінних паперів емітента 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	-0,03	0,08	-0,08	0,13	-0,12	0,17	-0,15	0,2	-0,16	0,21	-0,16
0,21	-0,15	0,18	-0,13	0,15	-0,1	0,1	-0,06	0,05	-0,01	0	0,04
-0,05	0,09	-0,09	0,13	-0,12	0,16	-0,14	0,18	-0,14	0,18	-0,14	0,17

Таблиця №6 Місячна доходність цінних паперів емітента 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	-0,15	0,06	0,13	-0,13	0,01	0,16	-0,11	-0,04	0,18	-0,08	-0,08
0,18	-0,04	-0,11	0,16	0,03	-0,15	0,14	0,04	-0,14	0,1	0,08	-0,14
0,05	0,12	-0,12	0,01	0,14	-0,1	-0,04	0,16	-0,07	-0,07	0,16	-0,04

Таблиця №7 Місячна доходність цінних паперів емітента 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	-0,04	-0,04	-0,02	-0,01	0,01	0,03	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06
0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,04	-0,04
-0,03	-0,02	-0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04

Таблиця №8 Місячна доходність цінних паперів емітента 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	0,19	-0,14	0,03	0,12	-0,16	0,13	0,03	-0,14	0,19	-0,06	-0,07
0,19	-0,13	0,02	0,12	-0,16	0,12	0,03	-0,14	0,18	-0,06	-0,08	0,18
-0,13	0,02	0,12	-0,16	0,12	0,03	-0,14	0,18	-0,06	-0,08	0,18	-0,12

2. Ризики визначаємо за допомогою середньоквадратичного відхилення за формулою (4):

$$\sigma_{P_1} = 0,1346 ; \quad \sigma_{P_2} = 0,1137 ; \quad \sigma_{P_3} = 0,036 ; \quad \sigma_{P_4} = 0,1286$$

Відповідно до розрахунків найменш ризикованою є акція 3 емітента, а найбільш ризикованою 1 емітента.

Розраховуємо коваріацію і кореляцію цінних паперів за формулами (5) — (6), результати розрахунків наведені в таблиці №9.

Таблиця №9

Емітенти	Коваріація	Корреляція
1 та 2	-0,00045	-0,0303
1 та 3	0,00026	0,0561
1 та 4	-0,00073	-0,0439
2 та 3	0,00017	0,0448
2 та 4	0,00151	0,1069
3 та 4	-0,00016	-0,0357

Найбільш доходна акція у емітента 1, а найменш ризикована у емітента 3, долі яких відповідно x_1 та x_2 .

$$x_1 + x_2 = 1 \quad (7)$$

Очікувана доходність портфеля в цьому випадку є лінійна комбінація доходностей двох акцій:

$$m_p = x_1 m_1 + x_2 m_2 \quad (8)$$

Ризик портфеля є нелінійним і залежить від кореляції:

$$\sigma_p^2 = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2p\sigma_1\sigma_2 \quad (9)$$

Мінімізуємо ризик портфеля з двох акцій, поклавши $x_2 = 1 - x_1$:

$$x_1 = (\sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2 p) / (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2p\sigma_1\sigma_2) \quad (10)$$

$$x_2 = (\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_2 p) / (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2p\sigma_1\sigma_2)$$

Доля 1 емітенту в портфелі повинна становити 5,4 %, доля 3 емітенту відповідно 94,6 %.

Варіанти виконання індивідуального завдання на лабораторну роботу №2.

Варіант №1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
307.23	297.62	321.36	295.90	334.51	295.47	346.10	296.83	355.69	300.36	363.00	306.25
367.91	314.50	370.53	324.95	371.11	337.24	370.08	350.86	368.02	365.20	365.56	379.61
363.37	393.42	362.10	406.00	362.35	416.82	364.55	425.51	369.02	431.84	375.88	435.80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
827.31	502.42	595.51	842.92	543.92	545.37	843.17	593.86	503.56	828.02	648.27	473.41
798.70	702.83	457.33	757.53	753.17	456.60	707.79	795.30	471.28	653.45	825.85	500.19
598.84	842.39	541.04	548.30	843.61	590.56	505.86	829.41	644.82	474.90	800.91	699.50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
291.17	323.53	340.44	339.03	320.93	291.83	260.15	234.91	223.56	230.16	254.38	291.54
333.84	372.19	398.47	407.54	398.43	374.66	343.32	313.37	293.40	289.58	304.13	334.76
375.23	416.93	450.91	470.13	471.16	455.02	426.94	395.07	368.49	354.98	359.12	381.18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
128.50	189.59	142.71	154.39	197.49	140.95	183.25	195.97	148.52	209.31	188.78	166.31
227.70	181.40	192.02	235.92	179.40	220.88	234.65	186.65	247.11	227.56	204.14	265.79
220.10	229.66	274.34	217.85	258.50	273.33	224.78	284.91	266.34	241.97	303.88	258.80

Варіант №2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
63.96	82.87	132.96	145.78	106.28	74.37	99.08	148.32	154.87	112.65	85.47	115.59
163.17	163.36	119.21	97.28	132.31	177.43	171.31	126.04	109.79	149.16	191.06	178.78
133.23	122.98	166.03	204.02	185.84	140.85	136.83	182.85	216.30	192.57	148.97	151.29
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
65.58	73.15	93.18	98.31	82.51	69.75	79.63	99.33	101.95	85.06	74.19	86.23
105.27	105.35	87.68	78.91	92.92	110.97	108.52	90.42	83.92	99.66	116.42	111.51
93.29	89.19	106.41	121.61	114.34	96.34	94.73	113.14	126.52	117.03	99.59	100.51
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
61.26	59.16	63.72	58.45	65.99	57.99	67.94	57.90	69.49	58.24	70.58	59.05
71.20	60.33	71.36	62.06	71.10	64.15	70.53	66.50	69.75	69.01	68.89	71.52

68.09	73.92	67.47	76.07	67.15	77.86	67.23	79.23	67.75	80.14	68.76	80.56
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
273.89	233.39	246.49	279.36	242.19	243.53	282.87	252.06	241.64	284.40	262.51	241.25
284.11	272.98	242.66	282.30	282.90	246.04	279.40	291.78	251.39	275.91	299.17	258.57
272.38	304.76	267.28	269.37	308.39	277.10	267.40	310.04	287.53	266.90	309.86	298.01

Варіант №3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
572.03	546.72	526.55	513.55	509.21	514.32	528.91	552.25	582.95	618.98	657.92	697.13
733.90	765.76	790.61	806.92	813.82	811.22	799.75	780.78	756.27	728.59	700.41	674.41
653.10	638.63	632.59	635.89	648.74	670.53	699.98	735.19	773.78	813.14	850.57	883.53
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
64.86	77.25	66.73	68.63	77.20	64.63	73.03	75.16	64.52	76.84	71.91	66.57
79.01	68.62	70.30	79.03	66.47	74.69	77.04	66.28	78.54	73.81	68.27	80.77
70.51	71.96	80.86	68.31	76.36	78.93	68.05	80.23	75.72	69.98	82.53	72.40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
382.53	233.28	276.94	391.82	254.51	255.88	394.02	279.64	238.66	389.11	306.84	226.83
377.66	334.10	221.49	360.74	359.42	223.24	339.87	380.95	232.10	316.87	397.13	247.52
293.75	406.85	268.46	272.50	409.50	293.40	255.00	405.02	320.53	242.80	393.96	347.84
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
116.64	195.91	127.94	139.82	194.55	113.42	167.05	180.37	111.62	190.47	158.44	123.76
203.43	136.25	146.70	202.51	121.40	173.92	188.67	119.16	197.58	166.87	130.90	210.93
144.57	153.58	210.46	129.39	180.79	196.96	126.72	204.67	175.31	138.04	218.42	152.90

Варіант №4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
119.77	121.02	113.08	103.71	102.00	109.98	120.79	124.96	119.12	109.11	104.60	110.21
121.24	128.03	124.79	114.98	108.08	110.91	121.32	130.23	129.90	121.11	112.40	112.26
121.28	131.63	134.27	127.24	117.47	114.41	121.34	132.36	137.80	133.13	123.11	117.42
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
37.95	36.08	34.55	33.50	33.02	33.18	33.96	35.34	37.20	39.41	41.82	44.25
46.52	48.46	49.93	50.83	51.11	50.75	49.80	48.35	46.53	44.50	42.43	40.52
38.91	37.76	37.17	37.21	37.88	39.15	40.92	43.09	45.47	47.91	50.22	52.24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
123.66	113.85	130.72	108.23	137.00	103.64	142.02	100.49	145.45	99.07	147.05	99.53
146.74	101.89	144.59	106.01	140.81	111.59	135.75	118.24	129.85	125.47	123.63	132.76
117.64	139.56	112.38	145.37	108.33	149.79	105.85	152.49	105.19	153.32	106.43	152.24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
307.23	297.62	321.36	295.90	334.51	295.47	346.10	296.83	355.69	300.36	363.00	306.25
367.91	314.50	370.53	324.95	371.11	337.24	370.08	350.86	368.02	365.20	365.56	379.61
363.37	393.42	362.10	406.00	362.35	416.82	364.55	425.51	369.02	431.84	375.88	435.80

Варіант №5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
291.17	323.53	340.44	339.03	320.93	291.83	260.15	234.91	223.56	230.16	254.38	291.54
333.84	372.19	398.47	407.54	398.43	374.66	343.32	313.37	293.40	289.58	304.13	334.76
375.23	416.93	450.91	470.13	471.16	455.02	426.94	395.07	368.49	354.98	359.12	381.18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
128.50	189.59	142.71	154.39	197.49	140.95	183.25	195.97	148.52	209.31	188.78	166.31
227.70	181.40	192.02	235.92	179.40	220.88	234.65	186.65	247.11	227.56	204.14	265.79
220.10	229.66	274.34	217.85	258.50	273.33	224.78	284.91	266.34	241.97	303.88	258.80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

63.96	82.87	132.96	145.78	106.28	74.37	99.08	148.32	154.87	112.65	85.47	115.59
163.17	163.36	119.21	97.28	132.31	177.43	171.31	126.04	109.79	149.16	191.06	178.78
133.23	122.98	166.03	204.02	185.84	140.85	136.83	182.85	216.30	192.57	148.97	151.29
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
65.58	73.15	93.18	98.31	82.51	69.75	79.63	99.33	101.95	85.06	74.19	86.23
105.27	105.35	87.68	78.91	92.92	110.97	108.52	90.42	83.92	99.66	116.42	111.51
93.29	89.19	106.41	121.61	114.34	96.34	94.73	113.14	126.52	117.03	99.59	100.51

Варіант №6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
382.53	233.28	276.94	391.82	254.51	255.88	394.02	279.64	238.66	389.11	306.84	226.83
377.66	334.10	221.49	360.74	359.42	223.24	339.87	380.95	232.10	316.87	397.13	247.52
293.75	406.85	268.46	272.50	409.50	293.40	255.00	405.02	320.53	242.80	393.96	347.84
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
116.64	195.91	127.94	139.82	194.55	113.42	167.05	180.37	111.62	190.47	158.44	123.76
203.43	136.25	146.70	202.51	121.40	173.92	188.67	119.16	197.58	166.87	130.90	210.93
144.57	153.58	210.46	129.39	180.79	196.96	126.72	204.67	175.31	138.04	218.42	152.90
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
119.77	121.02	113.08	103.71	102.00	109.98	120.79	124.96	119.12	109.11	104.60	110.21
121.24	128.03	124.79	114.98	108.08	110.91	121.32	130.23	129.90	121.11	112.40	112.26
121.28	131.63	134.27	127.24	117.47	114.41	121.34	132.36	137.80	133.13	123.11	117.42
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
37.95	36.08	34.55	33.50	33.02	33.18	33.96	35.34	37.20	39.41	41.82	44.25
46.52	48.46	49.93	50.83	51.11	50.75	49.80	48.35	46.53	44.50	42.43	40.52
38.91	37.76	37.17	37.21	37.88	39.15	40.92	43.09	45.47	47.91	50.22	52.24

Варіант №7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
123.66	113.85	130.72	108.23	137.00	103.64	142.02	100.49	145.45	99.07	147.05	99.53
146.74	101.89	144.59	106.01	140.81	111.59	135.75	118.24	129.85	125.47	123.63	132.76
117.64	139.56	112.38	145.37	108.33	149.79	105.85	152.49	105.19	153.32	106.43	152.24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
307.23	297.62	321.36	295.90	334.51	295.47	346.10	296.83	355.69	300.36	363.00	306.25
367.91	314.50	370.53	324.95	371.11	337.24	370.08	350.86	368.02	365.20	365.56	379.61
363.37	393.42	362.10	406.00	362.35	416.82	364.55	425.51	369.02	431.84	375.88	435.80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
307.23	297.62	321.36	295.90	334.51	295.47	346.10	296.83	355.69	300.36	363.00	306.25
367.91	314.50	370.53	324.95	371.11	337.24	370.08	350.86	368.02	365.20	365.56	379.61
363.37	393.42	362.10	406.00	362.35	416.82	364.55	425.51	369.02	431.84	375.88	435.80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
827.31	502.42	595.51	842.92	543.92	545.37	843.17	593.86	503.56	828.02	648.27	473.41
798.70	702.83	457.33	757.53	753.17	456.60	707.79	795.30	471.28	653.45	825.85	500.19
598.84	842.39	541.04	548.30	843.61	590.56	505.86	829.41	644.82	474.90	800.91	699.50

Варіант №8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
307.23	297.62	321.36	295.90	334.51	295.47	346.10	296.83	355.69	300.36	363.00	306.25
367.91	314.50	370.53	324.95	371.11	337.24	370.08	350.86	368.02	365.20	365.56	379.61
363.37	393.42	362.10	406.00	362.35	416.82	364.55	425.51	369.02	431.84	375.88	435.80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
827.31	502.42	595.51	842.92	543.92	545.37	843.17	593.86	503.56	828.02	648.27	473.41
798.70	702.83	457.33	757.53	753.17	456.60	707.79	795.30	471.28	653.45	825.85	500.19
598.84	842.39	541.04	548.30	843.61	590.56	505.86	829.41	644.82	474.90	800.91	699.50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
291.17	323.53	340.44	339.03	320.93	291.83	260.15	234.91	223.56	230.16	254.38	291.54
333.84	372.19	398.47	407.54	398.43	374.66	343.32	313.37	293.40	289.58	304.13	334.76
375.23	416.93	450.91	470.13	471.16	455.02	426.94	395.07	368.49	354.98	359.12	381.18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
128.50	189.59	142.71	154.39	197.49	140.95	183.25	195.97	148.52	209.31	188.78	166.31
227.70	181.40	192.02	235.92	179.40	220.88	234.65	186.65	247.11	227.56	204.14	265.79
220.10	229.66	274.34	217.85	258.50	273.33	224.78	284.91	266.34	241.97	303.88	258.80

Варіант №9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
63.96	82.87	132.96	145.78	106.28	74.37	99.08	148.32	154.87	112.65	85.47	115.59
163.17	163.36	119.21	97.28	132.31	177.43	171.31	126.04	109.79	149.16	191.06	178.78
133.23	122.98	166.03	204.02	185.84	140.85	136.83	182.85	216.30	192.57	148.97	151.29
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
65.58	73.15	93.18	98.31	82.51	69.75	79.63	99.33	101.95	85.06	74.19	86.23
105.27	105.35	87.68	78.91	92.92	110.97	108.52	90.42	83.92	99.66	116.42	111.51
93.29	89.19	106.41	121.61	114.34	96.34	94.73	113.14	126.52	117.03	99.59	100.51
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
61.26	59.16	63.72	58.45	65.99	57.99	67.94	57.90	69.49	58.24	70.58	59.05
71.20	60.33	71.36	62.06	71.10	64.15	70.53	66.50	69.75	69.01	68.89	71.52
68.09	73.92	67.47	76.07	67.15	77.86	67.23	79.23	67.75	80.14	68.76	80.56
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
273.89	233.39	246.49	279.36	242.19	243.53	282.87	252.06	241.64	284.40	262.51	241.25
284.11	272.98	242.66	282.30	282.90	246.04	279.40	291.78	251.39	275.91	299.17	258.57
272.38	304.76	267.28	269.37	308.39	277.10	267.40	310.04	287.53	266.90	309.86	298.01

Варіант №10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
572.03	546.72	526.55	513.55	509.21	514.32	528.91	552.25	582.95	618.98	657.92	697.13
733.90	765.76	790.61	806.92	813.82	811.22	799.75	780.78	756.27	728.59	700.41	674.41
653.10	638.63	632.59	635.89	648.74	670.53	699.98	735.19	773.78	813.14	850.57	883.53
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
64.86	77.25	66.73	68.63	77.20	64.63	73.03	75.16	64.52	76.84	71.91	66.57
79.01	68.62	70.30	79.03	66.47	74.69	77.04	66.28	78.54	73.81	68.27	80.77
70.51	71.96	80.86	68.31	76.36	78.93	68.05	80.23	75.72	69.98	82.53	72.40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
382.53	233.28	276.94	391.82	254.51	255.88	394.02	279.64	238.66	389.11	306.84	226.83
377.66	334.10	221.49	360.74	359.42	223.24	339.87	380.95	232.10	316.87	397.13	247.52
293.75	406.85	268.46	272.50	409.50	293.40	255.00	405.02	320.53	242.80	393.96	347.84
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
116.64	195.91	127.94	139.82	194.55	113.42	167.05	180.37	111.62	190.47	158.44	123.76
203.43	136.25	146.70	202.51	121.40	173.92	188.67	119.16	197.58	166.87	130.90	210.93
144.57	153.58	210.46	129.39	180.79	196.96	126.72	204.67	175.31	138.04	218.42	152.90

Варіант №11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
119.77	121.02	113.08	103.71	102.00	109.98	120.79	124.96	119.12	109.11	104.60	110.21
121.24	128.03	124.79	114.98	108.08	110.91	121.32	130.23	129.90	121.11	112.40	112.26
121.28	131.63	134.27	127.24	117.47	114.41	121.34	132.36	137.80	133.13	123.11	117.42
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
37.95	36.08	34.55	33.50	33.02	33.18	33.96	35.34	37.20	39.41	41.82	44.25
46.52	48.46	49.93	50.83	51.11	50.75	49.80	48.35	46.53	44.50	42.43	40.52
38.91	37.76	37.17	37.21	37.88	39.15	40.92	43.09	45.47	47.91	50.22	52.24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
123.66	113.85	130.72	108.23	137.00	103.64	142.02	100.49	145.45	99.07	147.05	99.53
146.74	101.89	144.59	106.01	140.81	111.59	135.75	118.24	129.85	125.47	123.63	132.76
117.64	139.56	112.38	145.37	108.33	149.79	105.85	152.49	105.19	153.32	106.43	152.24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
307.23	297.62	321.36	295.90	334.51	295.47	346.10	296.83	355.69	300.36	363.00	306.25
367.91	314.50	370.53	324.95	371.11	337.24	370.08	350.86	368.02	365.20	365.56	379.61
363.37	393.42	362.10	406.00	362.35	416.82	364.55	425.51	369.02	431.84	375.88	435.80

Варіант №12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
291.17	323.53	340.44	339.03	320.93	291.83	260.15	234.91	223.56	230.16	254.38	291.54
333.84	372.19	398.47	407.54	398.43	374.66	343.32	313.37	293.40	289.58	304.13	334.76
375.23	416.93	450.91	470.13	471.16	455.02	426.94	395.07	368.49	354.98	359.12	381.18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
128.50	189.59	142.71	154.39	197.49	140.95	183.25	195.97	148.52	209.31	188.78	166.31
227.70	181.40	192.02	235.92	179.40	220.88	234.65	186.65	247.11	227.56	204.14	265.79
220.10	229.66	274.34	217.85	258.50	273.33	224.78	284.91	266.34	241.97	303.88	258.80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
63.96	82.87	132.96	145.78	106.28	74.37	99.08	148.32	154.87	112.65	85.47	115.59
163.17	163.36	119.21	97.28	132.31	177.43	171.31	126.04	109.79	149.16	191.06	178.78
133.23	122.98	166.03	204.02	185.84	140.85	136.83	182.85	216.30	192.57	148.97	151.29
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
65.58	73.15	93.18	98.31	82.51	69.75	79.63	99.33	101.95	85.06	74.19	86.23
105.27	105.35	87.68	78.91	92.92	110.97	108.52	90.42	83.92	99.66	116.42	111.51
93.29	89.19	106.41	121.61	114.34	96.34	94.73	113.14	126.52	117.03	99.59	100.51

Варіант №13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
61.26	59.16	63.72	58.45	65.99	57.99	67.94	57.90	69.49	58.24	70.58	59.05
71.20	60.33	71.36	62.06	71.10	64.15	70.53	66.50	69.75	69.01	68.89	71.52
68.09	73.92	67.47	76.07	67.15	77.86	67.23	79.23	67.75	80.14	68.76	80.56
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
273.89	233.39	246.49	279.36	242.19	243.53	282.87	252.06	241.64	284.40	262.51	241.25
284.11	272.98	242.66	282.30	282.90	246.04	279.40	291.78	251.39	275.91	299.17	258.57
272.38	304.76	267.28	269.37	308.39	277.10	267.40	310.04	287.53	266.90	309.86	298.01
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
572.03	546.72	526.55	513.55	509.21	514.32	528.91	552.25	582.95	618.98	657.92	697.13
733.90	765.76	790.61	806.92	813.82	811.22	799.75	780.78	756.27	728.59	700.41	674.41
653.10	638.63	632.59	635.89	648.74	670.53	699.98	735.19	773.78	813.14	850.57	883.53
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
64.86	77.25	66.73	68.63	77.20	64.63	73.03	75.16	64.52	76.84	71.91	66.57
79.01	68.62	70.30	79.03	66.47	74.69	77.04	66.28	78.54	73.81	68.27	80.77
70.51	71.96	80.86	68.31	76.36	78.93	68.05	80.23	75.72	69.98	82.53	72.40

Варіант №14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
382.53	233.28	276.94	391.82	254.51	255.88	394.02	279.64	238.66	389.11	306.84	226.83
377.66	334.10	221.49	360.74	359.42	223.24	339.87	380.95	232.10	316.87	397.13	247.52
293.75	406.85	268.46	272.50	409.50	293.40	255.00	405.02	320.53	242.80	393.96	347.84
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
116.64	195.91	127.94	139.82	194.55	113.42	167.05	180.37	111.62	190.47	158.44	123.76
203.43	136.25	146.70	202.51	121.40	173.92	188.67	119.16	197.58	166.87	130.90	210.93

144.57	153.58	210.46	129.39	180.79	196.96	126.72	204.67	175.31	138.04	218.42	152.90
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
119.77	121.02	113.08	103.71	102.00	109.98	120.79	124.96	119.12	109.11	104.60	110.21
121.24	128.03	124.79	114.98	108.08	110.91	121.32	130.23	129.90	121.11	112.40	112.26
121.28	131.63	134.27	127.24	117.47	114.41	121.34	132.36	137.80	133.13	123.11	117.42
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
37.95	36.08	34.55	33.50	33.02	33.18	33.96	35.34	37.20	39.41	41.82	44.25
46.52	48.46	49.93	50.83	51.11	50.75	49.80	48.35	46.53	44.50	42.43	40.52
38.91	37.76	37.17	37.21	37.88	39.15	40.92	43.09	45.47	47.91	50.22	52.24

Варіант №15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
123.66	113.85	130.72	108.23	137.00	103.64	142.02	100.49	145.45	99.07	147.05	99.53
146.74	101.89	144.59	106.01	140.81	111.59	135.75	118.24	129.85	125.47	123.63	132.76
117.64	139.56	112.38	145.37	108.33	149.79	105.85	152.49	105.19	153.32	106.43	152.24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
307.23	297.62	321.36	295.90	334.51	295.47	346.10	296.83	355.69	300.36	363.00	306.25
367.91	314.50	370.53	324.95	371.11	337.24	370.08	350.86	368.02	365.20	365.56	379.61
363.37	393.42	362.10	406.00	362.35	416.82	364.55	425.51	369.02	431.84	375.88	435.80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
307.23	297.62	321.36	295.90	334.51	295.47	346.10	296.83	355.69	300.36	363.00	306.25
367.91	314.50	370.53	324.95	371.11	337.24	370.08	350.86	368.02	365.20	365.56	379.61
363.37	393.42	362.10	406.00	362.35	416.82	364.55	425.51	369.02	431.84	375.88	435.80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
827.31	502.42	595.51	842.92	543.92	545.37	843.17	593.86	503.56	828.02	648.27	473.41
798.70	702.83	457.33	757.53	753.17	456.60	707.79	795.30	471.28	653.45	825.85	500.19
598.84	842.39	541.04	548.30	843.61	590.56	505.86	829.41	644.82	474.90	800.91	699.50

Лабораторна робота №3

Тема: Оптимізація розподілу інвестиційних ресурсів між проектами

Задача розподілу інвестиційних ресурсів між проектами в термінах лінійного програмування записується таким чином:

Максимізувати

$$NPV = \sum_{j=1}^N b_j x_j$$

при обмеженнях:

$$\sum_{j=1}^N c_{jt} x_j \leq K_t, t=1, 2, \dots, T$$

$$0 \leq x_j \leq 1,$$

де x_j – частка проекту j , що приймається; b_j – ЧТВ проекту j в період його існування; c_{jt} – інвестиції, необхідні проекту j в році t ; K_t – фінансові ресурси в році t ; N – кількість проектів

Фірма хоче вибрати множину проектів, які мали б максимальну сумарну ЧТВ за умови додержання всіх обмежень.

Слід зазначити, що в даному формулюванні задачі розподілу інвестицій між проектами в термінах лінійного програмування:

- дозволяється приймати частину проекту, тому що змінна x_j – неціла;
- використання обмеження невід'ємності x_j ($0 \leq x_j \leq 1$) показує вищий ліміт кожного проекту, тобто кожен проект може мати максимальну частку, що дорівнює 1, або він приймається на 100%;
- передбачається, що всі вхідні параметри – b_j , c_{jt} та K_t – ОПР оцінює в умовах визначеності;
- параметр b_j показує ЧТВ проекту j упродовж терміну його існування, де всі грошові потоки дисконтуються за вартістю капіталу фірми;
- вартість c_{jt} в бюджетному обмеженні не дисконтуються назад до періоду 0, тому що бюджетні фонди оцінюються в грошових одиницях з вартістю t -го року.

Приклад. Постановка задачі оптимального розподілу фінансових ресурсів між інвестиційними проектами

Фірма має портфель, що складається з 9 проектів. Вона оцінила ЧТВ і обсяги інвестування кожного проекту упродовж 2 років таким чином:

Але фірма має обмежені фінансові ресурси для інвестування проектів: на 1 рік – 150 тис.грн, на рік 2 – 40 тис.грн. Сформулюйте задачу оптимального розподілу інвестицій між проектами в термінах лінійного програмування.

Розв'язання.

Постановка цієї задачі в термінах лінійного програмування формулюється таким чином:

Таблиця 1. Початкові данні задачі оптимального розподілу ресурсів

Проект	NPV _j , тис.грн	C _{1j} , тис.грн	C _{2j} , тис.грн
1	24	12	3
2	17	65	7
3	19	8	6
4	16	8	7
5	40	35	40
6	11	7	7
7	18	50	7
8	10	33	3
9	14	21	5

Максимізувати

$NPV = 24x_1 + 17x_2 + 19x_3 + 16x_4 + 40x_5 + 11x_6 + 18x_7 + 10x_8 + 14x_9$ при обмеженнях:

$12x_1 + 65x_2 + 8x_3 + 8x_4 + 35x_5 + 7x_6 + 50x_7 + 33x_8 + 21x_9 + S_1 = 150$ бюджетне

обмеження для року 1;

$3x_1 + 7x_2 + 6x_3 + 7x_4 + 40x_5 + 7x_6 + 7x_7 + 3x_8 + 5x_9 + S_2 = 40$ бюджетне обмеження для

року 2;

Верхні межі прийняття проекту:

$x_1 + S_3 = 1; x_2 + S_4 = 1; x_3 + S_5 = 1; x_4 + S_6 = 1; x_5 + S_7 = 1; x_6 + S_8 = 1; x_7 + S_9 = 1; x_8 + S_{10} = 1;$

$x_9 + S_{11} = 1.$

$x_j, S_i \geq 0, i = 1, 11; j = 1, 9$ обмеження невід'ємності.

Штучні змінні S_1 і S_2 являють собою кількість бюджетних коштів за 1 та 2 роки відповідно, що залишаються нерозподіленими в будь який з 9 проектів.

Штучні змінні з S_3 по S_{11} являють собою частки проектів 1-9 відповідно, що не приймаються фірмою.

Для обчислення оптимального значення NPV застосовуємо "Поиск решения".

Розрахунки частки проектів j , що приймаються представлені в табл.2.

Таблиця 2. Результат обчислення оптимального значення NPV

Проект	NPV _j , тис.грн	C _{1j} , тис.грн	C _{2j} , тис.грн	X _j ,
1	24	12	3	1
2	17	65	7	0.157
3	19	8	6	1
4	16	8	7	1
5	40	35	40	0.022
6	11	7	7	1
7	18	50	7	1
8	10	33	3	1
9	14	21	5	1

За результатами розрахунків оптимальне значення NPV становить 115,57 тис. грн., при цьому фінансові ресурси в першому та другому роках використовуються повністю.

Розглянемо модифіковану постановку задачі оптимального розподілу інвестицій між проектами. Сенс модифікації полягає в тому, що крім бюджетних обмежень по періодах та обмежень на прийняття проектів, вводяться додаткові обмеження, наприклад, на обіговий капітал -W, управлінські витрати - M, витрати на екологію тощо.

Максимізувати

$$NPV = \sum_{j=1}^N b_j x_j \quad (11)$$

при обмеженнях:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^N c_{jt} x_j &\leq K_t, t=1,2,\dots,T \\ \sum_{j=1}^N m_j x_j &\leq M ; \\ \sum_{j=1}^N p_j x_j &\leq P \\ \sum_{j=1}^N w_j x_j &\leq W \\ 0 &\leq x_j \leq 1, \end{aligned} \quad (13)$$

де x_j – частка проекту j , що приймається; b_j – ЧТВ проекту j в період його існування; c_{jt} – інвестиції, необхідні проекту j в році t ; K_t – фінансові ресурси в році t ; N – кількість проектів; w_j – обіговий капітал для проекту j ; m_j – управлінські витрати на проект j ; p_j – витрати на охорону навколишнього середовища проекту j ; W – обіговий капітал; M – управлінські витрати; P – витрати на охорону навколишнього середовища.

Самостійно.

Визначити яким чином зміняться результати розрахунків, якщо між проектами існують такі взаємозв'язки:

1. З множини проектів 1, 3 і 6 можна прийняти два;
2. Проекти 3 і 5 є альтернативними, але один з них потрібно прийняти;
3. Проект 7 не приймається без прийняття проектів 1 і 2.

Варіанти до виконання індивідуального лабораторного практикуму.

Таблиця 3. Початкові данні задачі оптимального розподілу ресурсів до індивідуального лабораторного практикуму

Проект	NPV_j , тис. грн.	C_{1j} , тис. грн.	C_{2j} , тис. грн.	C_{3j} , тис. грн.
1	$24 + 0,3N$	12	$7 + N$	$3 + 1,5N$
2	$17 + N$	$65 - N/2$	16	$7 + N$
3	19	8	15	$6 + 1,1 N$
4	16	$8 + N$	8	7
5	$40 - N$	35	19	$40 + N$
6	$11 + N$	$7 + 1,2N$	$4 + N$	7
7	18	$50 - N$	$20 - N/3$	7
8	$10 + 3,5N$	33	$4 + 1,7N$	$3 + 2 N$
9	$14 + 2N$	$21 + N$	$6 + 1,7N$	$5 + 1,7N$
10	32	29	$22 - N/4$	$25 - N/3$

Фірма має наступні обмежені фінансові ресурси для інвестування проектів: на 1 рік – $160 + 1,3N$ тис.грн, на рік 2 – $60 + 0,5N$ тис.грн. на рік 3 – $85 + 0,7N$ тис.грн.

Лабораторна робота № 4

Тема: Вибір оптимальної стратегії реалізації продукції фірми.

Завдання А. Комерційна фірма виробляє і реалізує морозиво. Собівартість однієї порції морозива – 50 копійок, а ціна реалізації – 80 копійок. Відповідно до потужності устаткування фірма може виробляти 0, 300, 500, 700, 900 або 1100 порцій морозива на день. Можливості реалізації морозива в літній сезон оцінюються залежно від погодних умов таким чином:

- у спеку буде куплено 1000 порцій морозива;
- у сонячну погоду буде куплено 800 порцій морозива;
- у похмуру теплу погоду – 500 порцій;
- у дощову, вітряну погоду – 100 порцій;
- у дощову погоду реалізатор має право знизити ціну порції на 5 копійок, тоді обсяг реалізації зросте в 1,5 рази.

Підприємство витрачає на доставку морозива на місце продажу 10 гривень, а з 80 копійок ціни однієї порції 10 копійок у разі продажу йде реалізатору.

Якщо реалізація морозива неповна, фірма змушена нести додаткові витрати на транспортування залишків у морозильник, вони становлять 10 гривень. Крім того, фірма платить за орендований морозильник 3 гривні за кожну сотню порцій за одну ніч зберігання.

Фірмі потрібно у призначений день прийняти рішення про підготовку до реалізації певної кількості морозива. Знаючи, що прибуток від реалізації морозива великою мірою залежить від погодних умов, фірма звернулася в

службу прогнозу погоди, яка надала такі оцінки ймовірностей погодних умов на день реалізації:

$$p_1 - (\text{спека}) = 0,3;$$

$$p_2 - (\text{сонячна погода}) = 0,4;$$

$$p_3 - (\text{похмура тепла погода}) = 0,2;$$

$$p_4 - (\text{дощова, вітряна погода}) = 0,1.$$

Передбачається, що будь-які погодні умови можна співвіднести з одним із перелічених видів.

Потрібно знайти оптимальну разову стратегію фірми.

Приклад. Для розв'язання задачі розрахуємо величину доходів і збитків фірми при різних обсягах виробництва морозива і усіх варіантах погодних умов (усі варіанти попиту на продукцію). Податки й інші відрахування до уваги не беруться.

1) у спеку буде куплено 1000 порцій морозива:

$$300 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 50 \quad \text{прибуток,}$$

$$500 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 90 \quad \text{прибуток,}$$

$$700 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 130 \quad \text{прибуток,}$$

$$900 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 170 \quad \text{прибуток,}$$

$$1000 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 3,00 = 177 \quad \text{прибуток.}$$

2) у сонячну погоду буде куплено 800 порцій морозива:

$$300 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 50 \quad \text{прибуток,}$$

$$500 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 90 \quad \text{прибуток,}$$

$$700 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 130 \quad \text{прибуток,}$$

$$800 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 3,00 = 137 \quad \text{прибуток,}$$

$$800 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 3 * 3,00 = 131 \quad \text{прибуток.}$$

3) у похмуру теплу погоду – 500 порцій:

$$300 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 50 \quad \text{прибуток,}$$

$$500 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 90 \quad \text{прибуток,}$$

$$500 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 2 * 3,00 = 74 \quad \text{прибуток,}$$

$$500 * (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 4 * 3,00 = 68 \quad \text{прибуток,}$$

$$500*(0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 6*3,00 = 62$$

прибуток.

4) у дощову, вітряну погоду – 100 порцій:

а) при ціні 80 копійок:

$$100*(0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 2*3,00 = -6 \quad \text{збиток,}$$

$$100*(0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 4*3,00 = -12 \quad \text{збиток,}$$

$$100*(0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 6*3,00 = -18 \quad \text{збиток,}$$

$$100*(0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 8*3,00 = -24 \quad \text{збиток,}$$

$$100*(0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 10*3,00 = -30 \quad \text{збиток.}$$

б) при ціні 75 копійок:

$$100*1,5*(0,75 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 2*3,00 = -3,5 \quad \text{збиток,}$$

$$100*1,5*(0,75 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 4*3,00 = -9,5 \quad \text{збиток,}$$

$$100*1,5*(0,75 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 6*3,00 = -15,5 \quad \text{збиток,}$$

$$100*1,5*(0,75 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 8*3,00 = -21,5 \quad \text{збиток,}$$

$$100*1,5*(0,75 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 10*3,00 = -27,5 \quad \text{збиток.}$$

Складемо таблицю вигравшів підприємця при різному попиті на товар. Обсяг товару, що вивозиться, позначимо через V , а попит через Π . Стратегії фірми позначимо V_i , $i = 0, 1, 2, 3, 4, 5$. Ці стратегії визначатимуться різним обсягом постачання товару на ринок. Стани об'єктивної реальності – погодні умови, що визначають попит на продукцію. Для зручності відразу ж додамо до платіжної матриці рядок з максимальним прибутком (для розрахунку матриці ризиків рядок максимальних значень у кожному стовпці).

Проведемо аналіз платіжної матриці на предмет відкидання явно не вигідних стратегій. Однак таких стратегій у цій матриці знайти не вдається.

Таблиця №1 Платіжна матриця

	Обсяг	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄ (а)	П ₄ (б)
V ₀	0	0	0	0	0	0
V ₁	300	50	50	50	-6	-3,5
V ₂	500	90	90	90	-12	-9,5
V ₃	700	130	130	74	-18	-15,5
V ₄	900	170	137	68	-24	-21,5
V ₅	1100	177	131	62	-30	-27,5
Мах прибуток		177	137	90	0	0

Складемо матрицю ризиків, табл. 2.

Таблиця №2 Матриця ризиків

	Обсяг	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄ (а)	П ₄ (б)
V ₀	0	177	137	90	0	0
V ₁	300	127	87	40	6	3,5
V ₂	500	87	47	0	12	9,5
V ₃	700	47	7	16	18	15,5
V ₄	900	7	0	22	24	21,55
V ₅	1100	0	6	28	30	27,5

Обидві матриці показують, що 0 варіант П₄(а) у всіх випадках вигідніший, ніж П₄(б), тому далі передбачається використання тільки його.

Самостійно. Оцінити стратегії фірми за допомогою наступних критеріїв прийняття рішень:

- Критерій Байєса;
- Критерій Бернуллі - Лапласа;
- Максимінний критерій Вальда ;
- Мінімаксний критерій Севіджа ;
- Критерій Песимізму-оптимізму Гурвіца. Дослідити результати отриманого рішення, якщо показник λ змінюється від 0 до 1 з шагом 0,2.

Отримані результати звести в таблицю. Зробити висновки.

Завдання В. Фірма займається поставками лісу. Довжина маршруту 500 км. Собівартість 1 м³ лісу – 120 грн, а ціна реалізації – (200-N) грн. за 1 м³.

Залежно від місткості транспортних засобів фірма може здійснювати поставки партіями по 10, 15, 20, 25, 30 м³ лісу. Ціна реалізації може коливатися залежно від того, на скільки днів запізнюється постачання:

– без запізнення	= (200-N) грн/м ³ ;
– на 1 день запізнюється	= (190-N) грн/м ³ ;
– на 2 дні запізнюється	= (180-N) грн/м ³ ;
– на 3 дні запізнюється	= (160-N) грн/м ³ ;
– на 4 дні запізнюється	= (150-N) грн/м ³ .

Підприємство несе витрати на доставку на місце прибуття залежно від об'єму партії вантажу:

– 10 м ³	– 400 грн;
– 15, 20, 25 м ³	– 500 грн;
– 30 м ³	– 750 грн;

Крім того, підприємство втрачає на партії вантажу 50 грн. за кожен прострочений день.

На основі статистичних даних щодо аналізу попередніх ситуацій фірма може оцінити ймовірності прибуття товару в строк таким чином:

P_1 (без запізнення)	= 0,3;
P_2 (на 1 день запізнюється)	= 0,3;
P_3 (на 2 дні запізнюється)	= 0,2;
P_4 (на 3 дні запізнюється)	= 0,1;
P_5 (на 4 дні запізнюється)	= 0,1.

Фірма отримала замовлення на поставку партії лісу. В умовах описаної невизначеності потрібно знайти оптимальну стратегію, тобто оптимальний обсяг поставки.

N – номер студента по журналу.

Самостійно. Сформувати платіжну матрицю і матрицю ризиків. Оцінити стратегії фірми за допомогою наступних критеріїв прийняття рішень:

– Критерій Байєса;

- Критерій Бернуллі - Лапласа;
 - Максимінний критерій Вальда ;
 - Мінімаксний критерій Севіджа ;
 - Критерій Песимізму-оптимізму Гурвіца. Дослідити результати отриманого рішення, якщо показник λ змінюється від 0 до 1 з шагом 0,2.
- Отримані результати звести в таблицю. Зробити висновки.

Рекомендована література

Базова

1. Антипенко, Є. Ю. Управління валютними ризиками [Текст] : Для студ. ЗДІА спец. 7.050104 "Фінанси" : конспект лекцій / Є. Ю. Антипенко ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2007. - 131 с. (160 прим.)
2. Василенко, О. В. Моделювання ризику в економіці [Текст] : Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт ден. та заоч. форм навчання для студ. ЗДІА спец. 6.050102 "ЕК" / О. В. Василенко, Є. К. Мержинський ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2008. - 34 с. (86 прим.)
3. Воронкова, В. Г. Бізнес-планування [Текст] : навч.-метод. посібник для студ. ЗДІА спец. 6.030601 "МОе" / В. Г. Воронкова, А. Г. Беліченко, Т. А. Капустіна ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2009. - 110 с. (35 прим.)
4. Нестеренко, Н. В. Ризик-менеджмент [Текст] : Для студ. спец. 6.050104 "Фінанси" : конспект лекцій / Н. В. Нестеренко ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2007. - 148 с. (209 прим.)
5. Панкова, М. О. Методичні підходи до оцінки ризику інвестиційних проектів [Текст] : Для студ. ден. та заоч. форм навчання ЗДІА : навч. посібник / М. О. Панкова ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2002. - 182 с. (284 прим.)
6. Сахарцева, І. І. Економічний ризик в аудиті [Текст] : Для студ. ЗДІА спец. "ОіА" ден. та заоч. форм навчання : навч. посібник / І. І. Сахарцева, О. В. Шляга ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2005. - 171 с (93 прим.)

Допоміжна

1. Азаренкова, Г. М. Аналіз моделювання і управління ризиком [Текст] : (в схемах та прикладах) : навч. посібник / Г. М. Азаренкова ; НБУ, Ун-т банк. справи ; Харк. ін-т банк. справи. - Львів : Новий Світ - 2000, 2011. - 239 с. (17 прим.)
2. Економічний ризик: ігрові моделі [Текст]: навч. посібник / В. В. Вітлінський, П. І. Верченко, А. В. Сігал, Я. С. Наконечний ; ред. В. В. Вітлінський ; КНЕУ. - К. : КНЕУ, 2002. - 446 с. (6 прим.)
3. Ілляшенко, С. М. Економічний ризик [Текст] : навч. посібник для внз / С. М. Ілляшенко ; Сумський держ. ун-т. - 2-ге вид., перероб. і доп. - К. : Центр навч. літ., 2004. - 218 с. (4 прим.)
4. Матвійчук, А. В. Аналіз і управління економічним ризиком [Текст] : навч. посібник для внз / А. В. Матвійчук ; Вінниц. нац. техн. ун-т. - К. : Центр навч. літ., 2005. - 219 с. (5 прим.)
5. Пікус, Р. В. Управління фінансовими ризиками [Текст] : навч. посібник для внз : [рек. М-вом освіти і науки, молоді та спорту України] / Р. В. Пікус. - К. : Знання, 2010. - 598 с. (15 прим.)