

*І.М.Пістунов
М.І. Пістунов*



*ВИЗНАЧЕННЯ ПІА
УПРАВЛІННЯ
ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИМИ
РИЗИКАМИ*

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»

І.М. Пістунов
М.І. Пістунов



ВИЗНАЧЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИМИ РИЗИКАМИ

Навчальний посібник

Дніпропетровськ
НГУ
2015

УДК 004.738.5:338.46(075)

ББК 32.973.202я73

ПЗ4

Затверджено вченою радою університету як навчальний посібник по дисципліні "Безпека електронної комерції" для студентів очної та заочної форм навчання зі спеціальності 8.050102 Економічна кібернетика, 8.18010014 Управління фінансово-економічною безпекою, 8.18000502 «Конкурентна розвідка», 8. 074 Публічне управління та адміністрування (Протокол № 9 від 25.06.2015 р).

Рецензенти:

Н.К. Васильєва, докт. екон. наук, доц., завідувач кафедри інформаційних систем і технологій Дніпропетровського державного аграрного університету;

Косарєв В.М., канд. техн. наук, проректор з науки Дніпропетровського університету економіки та права, завідувач кафедри економічної кібернетики.

Пістунов І.М.

ПЗ4 **Визначення та управління фінансово-економічними ризиками** [Електронний ресурс]: навч. посібн. / І.М. Пістунов, М.І. Пістунов; Нац. гірн. ун–т. – Електрон. текст. дані. – Д. : НГУ, 2015. – 180 с. – Режим доступу: http://pistunovi.narod.ru/PU3UK_PiSTUNOV.pdf (дата звернення: 25.06.2015). – Назва з екрана.

В посібнику подано інформацію про сучасні напрямки визначення фінансово-економічних ризиків, методи їх усунення або зменшення втрат від них. Показано, що значну роль у визначенні ризиків є експертні оцінки. В роботі застосовані методи з теорії ігор, нечітких множин, функції корисності, моделей оптимального інвестування.

В посібнику подано завдання для самостійного виконання, тому він може слугувати і як посібник для практичних чи лабораторних занять із застосуванням комп'ютерної техніки.

Призначений для студентів вищих навчальних закладів і може бути корисним для фінансистів, економістів, плановиків, менеджерів та маркетологів.

Посібник базується на літературних джерелах вітчизняних, зарубіжних авторів, ресурсах Інтернету та на досвіді викладання дисципліни «Управління ризиками» в Державному ВНЗ «НГУ».

ББК 32.973.202я73

© І.М. Пістунов, 2015

© Державний ВНЗ «НГУ», 2015

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ	6
1.1. Визначення і класифікація фінансово-економічних ризиків.....	6
1.2. Методи управління ризиками	13
1.3. Система факторів, що впливають на рівень ризику	17
1.4. Загальні принципи аналізу ризику	19
1.5. Індивідуальне завдання № 1	24
2. МЕТОДИ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК.....	27
2.1. Організація опитування експертів.....	27
2.2. Обробка результатів експертизи.....	31
2.3. Індивідуальні завдання №2	36
3. ПОКАЗНИКИ РИЗИКУ І МЕТОДИ ЙОГО ОЦІНКИ	41
3.1. Статистичні методи.....	41
3.2. Методи кількісного визначення ризику.....	49
3.2.1. Ризик окремої операції	50
3.2.2. Деякі загальні вимірники ризику.....	51
3.2.3. Показники ризику у вигляді відносин	52
3.3. Індивідуальне завдання №3.....	56
4. ТЕОРІЯ ІГОР	59
4.1. Основні положення теорії ігор.....	59
4.2. Антагоністична гра.....	60
4.3. Кооперативна гра.....	62
4.4. Ігри з підвищеним ризиком.....	64
4.5. Індивідуальне завдання № 4.....	70
5. ФУНКЦІЯ КОРИСНОСТІ	75
5.1. Основні визначення та аксіоми.....	75
5.2. Вимірювання відношення до ризику	78
5.3. Страхування від ризику	79
5.3. Корпоративна функція корисності	84
5.4. Визначення міри ризикованості при розрахунку ліміту товарного кредиту.....	89
5.5. Індивідуальне завдання № 5.....	92

6.ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ РИЗИКІВ	99
6.1. Організаційні заходи щодо зменшення чи ухилення від ризику	99
6.1.1. Методи ухилення від ризику	99
6.1.2. Методи локалізації ризику	100
6.1.3. Методи компенсації ризику	101
6.1.4. Кредитний ризик і способи його зменшення	103
6.1.5. Ризики неліквідності, неплатоспроможності та способи їх зменшення	104
6.1.6. Форвардна та ф'ючерсна торгівля	104
6.2. Диверсифікація	105
6.3. Хеджування	109
6.4. Страхування	111
6.4.1. Теоретичні основи розрахунку розміру суми відшкодування в страхуванні	113
6.4.2. Методи розрахунку тарифної ставки в страхуванні	115
6.5. Зменшення ризику при контролі партії готових виробів	119
6.6. Оптимальний запас продукції торгової фірми	122
6.7. Врахування ризику в інвестиційних проектах	125
6.7.1. Чиста приведена вартість проекту	125
6.7.2. Коефіцієнти дисконтування для ризикованого проекту	126
6.7.3. Вибір кроку розрахунку	129
6.7.4. Оцінка перспективності проекту	131
6.7.5. Оцінка можливості банкрутства	138
6.8. Індивідуальне завдання № 6	140
6.9. Оптимізація ризиків у фінансових операціях	142
6.9.1. Статистичні характеристики акцій	142
6.9.2. Міри оцінки ефективності інвестицій у цінні папери	143
6.9.3. Акції та їх міри ризику	145
6.10. Індивідуальне завдання № 7	148
6.11. Портфелі акцій	153
6.12. Індивідуальне завдання № 8	160
6.13. Модель оптимального розподілу фінансових активів інвестора з урахуванням його схильності до ризику	161
6.14. Визначення ризику при видаванні кредиту клієнту, що не має кредитної історії	164
6.15. Індивідуальне завдання №9	171
 ВИСНОВКИ	 174
 СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	 175
 ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЗЧИК	 180

ВСТУП

В умовах сучасного розвитку економіки, що базується на ринкових засадах, різко зростає рівень невизначеності результатів підприємницької діяльності.

Ця невизначеність впливає з неможливості точно вказати на можливий купівельний попит на товари та послуги, неможливість точно визначити можливі дії конкурентів, неможливість точно передбачити стан природи, її катаклізми, неможливість визначити рівень впливу на економіку політичних подій.

В таких умовах ринкові гравці залучають експертів, які намагаються тим чи іншим способом передбачити наслідки вказаних вище подій. Тому виникає потребу у визначенні рівня достовірності цих прогнозів.

Отримавши прогнози експертів, їх іще потрібно проаналізувати таким чином, щоб виробити чіткі управлінські настанови по зміні тих факторів виробництва, що доступні для керівництва, щоб зменшити ризик фінансово-економічних операцій.

Саме розгляду цих методів і присвячений даний посібник.

При вивченні поданого матеріалу звертайте увагу на контрольні запитання, які наведені по закінченні кожного розділу. Намагайтеся дати відповідь на них, а в разі ускладнень, зверніться до викладача.

Кожен розділ, містить приклади вирішення тих чи інших задач. По вивченні розділу, студент має виконати індивідуальне завдання.

Всі завдання повинні вирішуватися на комп'ютері із застосуванням програм Excel та Project Expert.

Звіти з виконання індивідуальних завдань, виконаних за допомогою програми Excel, здаються у форматах *.xls або *.xlsx.

Індивідуальні завдання, виконані в програмі Project Expert потрібно здавати в форматі *.doc або *.docx, створених в текстовому редакторі Word.

Для цього в текстовий документ вставляються фрагменти віком з Project Expert. Щоб отримати потрібний фрагмент, необхідно натиснути гарячі клавіші "Alt" + "Print Screen". Потім увімкнути програму Paint, далі натиснути "Ctrl" + "V" і в отриманому зображенні вирізати потрібний фрагмент



інструментом **Выделить**. Потім натиснути "Ctrl" + "C", перейти в текстовий редактор і в потрібному місці натиснути "Ctrl" + "V".

Всі елементи розрахунків повинні містити пояснювальний текст.

Після закінчення курсу, вирішені індивідуальні завдання здаються в електронному вигляді на компакт-диску, з написом, в якому вказано прізвище, ініціали, групу, та викладача, що прийняв вашу роботу.

1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

Вивчивши матеріали цього розділу, студенти опанують основні поняття фінансово-економічного ризику та узнають про відміни організаційного забезпечення без ризикової діяльності від аналітичного забезпечення.

1.1. Визначення і класифікація фінансово-економічних ризиків

Будь-які явища, що можуть викликати матеріальні втрати називаються ризиками. Вони розділяються на підприємницькі та інвестиційні.

Складність класифікації **підприємницьких ризиків** полягає в їх різноманітті. З ризиком підприємницькі фірми стикаються завжди при рішенні як поточних, так і довгострокових завдань. Існують певні види ризиків, дії яких схильні всі без винятку підприємницькі організації, але поряд із загальними є специфічні види ризику, характерні для певних видів діяльності. Так, банківські ризики відрізняються від ризиків в страховій діяльності, а останні в свою чергу від ризиків у виробничому підприємстві.

Видова різноманітність ризиків дуже велика – від пожеж і стихійних лих до міжнаціональних конфліктів, змін у законодавстві, що регулює підприємницьку діяльність, і інфляційних коливань.

Крім цього, економічний і політичний розвиток сучасного світу породжує нові види ризику, які досить важко визначити, оцінити кількісно. Транснаціоналізація бізнесу супроводжується створенням складних, фінансових і виробничих взаємозв'язків. Виникає «ефект доміно», який у разі краху однієї компанії спричиняє за собою ряд банкрутств компаній, пов'язаних з компанією-банкрутом. Посилення комп'ютеризації і автоматизації виробничо-господарської діяльності підприємницьких організації призводить до можливості втрат в результаті збою комп'ютерної системи, збою обчислювальної техніки. Особливе значення в останні роки придбали ризики, пов'язані з політичними факторами, так як вони несуть з собою великі втрати для підприємництва.

Існує також ризик, пов'язаний з можливим технічним провалом виробництва, сюди ж відноситься також небезпека втрати благ, породжена стихійними лихами та ризик, пов'язаний з відсутністю комерційного успіху.

З ризиком підприємець стикається на різних, етапах своєї діяльності. і, природно, причин виникнення конкретної ризикової ситуації може бути дуже багато. Зазвичай під причиною виникнення мається на увазі якась умова, що викликає невизначеність результату ситуації. Для ризику такими джерелами є: безпосередньо господарська діяльність, діяльність самого підприємця, недолік

інформації про стан зовнішнього середовища, що впливає на результат підприємницької діяльності. Виходячи з цього, слід розрізнити:

ризик, пов'язаний з господарською діяльністю;

ризик, пов'язаний з особистістю підприємця;

ризик, пов'язаний з недоліком інформації про стан зовнішнього середовища.

У зв'язку з тим, що ймовірність виникнення останнього ризику обернено пропорційна тому, наскільки підприємницька фірма поінформована про стан зовнішнього середовища по відношенню до своєї фірми, він найбільш важливий у сучасних умовах господарювання. Недостатність інформації про партнерів (покупця або постачальника), особливо їх діловому іміджі і фінансовому стані, загрожує підприємцеві виникненням ризику. Брак інформації про оподаткування в Україні або в країні зарубіжного партнера - це джерело втрат в результаті стягнення штрафних санкції з підприємницької фірми з боку державних органів. Недолік інформації про конкурентів також може стати джерелом втрат для підприємця.

Ризик, пов'язаний з особистістю підприємця, визначається тим, що всі підприємці володіють різними знаннями в області підприємництва, різними навичками і досвідом ведення підприємницької діяльності, різними вимогами до рівня ризикованості окремих угод.

За сферою виникнення підприємницькі ризики можна поділити на зовнішні і внутрішні. Джерелом виникнення зовнішніх ризиків є зовнішнє середовище по відношенню до підприємницької фірми. Підприємець не може чинити на них вплив, він може тільки передбачати і враховувати їх у своїй діяльності.

Таким чином, до зовнішніх відносяться ризики, безпосередньо не пов'язані з діяльністю підприємця. Мова йде про непередбачені зміни законодавства, що регулює підприємницьку діяльність: нестійкості політичного режиму в країні діяльності та інших ситуаціях, а відповідно і про втрати підприємців, що виникають в результаті війни, що почалася, націоналізації, страйків, введення ембарго.

Джерелом внутрішніх ризиків є сама підприємницька фірма. Ці ризики виникають у разі неефективного менеджменту, помилкової маркетингової політики, а також в результаті всередині фірмових зловживань.

Основними серед внутрішніх ризиків є кадрові ризики, пов'язані з професійним рівнем і рисами характеру співробітників підприємницької фірми.

У сучасних умовах господарювання виділяють два типи підприємницького ризику за рівнем прийняття рішень: макроекономічний (глобальний) ризик і ризик на рівні окремих фірм (локальний). До середини 80-х років в Україні основна частка ризику припадала на глобальний рівень - рівень держави. З появою самостійності господарюючих суб'єктів ситуація змінилася, тепер основну частину ризику несуть підприємницькі організації. Самостійно визначаючи свої капіталовкладення та напрямки інноваційної діяльності,

самостійно укладаючи договори зі споживачами та постачальниками, вони повністю приймають на себе пов'язаний з цими підприємницький ризик.

З точки зору тривалості у часі підприємницькі ризики можна розділити на короткочасні і постійні. До групи короткочасних відносяться ті ризики, які загрожують підприємцю протягом кінцевого відомого відрізка часу, наприклад, транспортний ризик, коли збитки можуть виникнути під час перевезення вантажу, або ризик неплатежу по конкретній угоді.

До постійних ризиків відносяться ті, які безперервно загрожують підприємницької діяльності в даному географічному районі або в певній галузі економіки, наприклад, ризик неплатежу в країні з недосконалою правовою системою або ризик руйнувань будівель в районі з підвищеною сейсмічною небезпекою.

Оскільки основне завдання підприємця - ризикувати обачливо, не переходячи ту грань, за якою можливе банкрутство фірми, слід виділяти припустимий, критичний і катастрофічний ризики. Допустимий ризик - це загроза "повної втрати прибутку від реалізації того чи іншого проекту або від підприємницької діяльності в цілому. В даному випадку втрати можливі, але їх розмір менше очікуваної підприємницької прибутку; таким чином, даний вид підприємницької діяльності або конкретна угода, незважаючи на ймовірність ризику, зберігають свою економічну доцільність.

Наступна ступінь ризику, більш небезпечна в порівнянні з допустимим - це критичний ризик. Цей ризик пов'язаний з небезпекою втрат у розмірі проведених витрат на здійснення даного виду підприємницької діяльності або окремої угоди. При цьому критичний ризик першого ступеня пов'язаний із загрозою отримання нульового доходу, але при відшкодуванні вироблених підприємцем матеріальних витрат. Критичний ризик другого ступеня пов'язаний з можливістю втрат в розмірі повних витрат у результаті здійснення даної підприємницької діяльності, тобто, вірогідні втрати наміченої виручки і підприємцю доводиться відшкодовувати витрати за свій рахунок.

Під катастрофічним розуміється ризик, що характеризується небезпекою, загрозою втрат в розмірі, що дорівнює або перевищує всі майновий стан підприємця. Катастрофічний ризик, як правило призводить до банкрутства підприємницької фірми, так як в даному випадку можлива втрата не тільки всіх вкладених підприємцем у визначений вид діяльності або в конкретну угоду коштів, але і його майна. Це характерно для ситуації, коли підприємницька фірма отримувала зовнішні позики під очікуваний прибуток; при виникненні катастрофічного ризику підприємцю доводиться повертати кредити з особистих коштів.

За ступенем правомірності підприємницького ризику можуть бути виділені: виправданий (правомірний) і невиправданий (неправомірний) ризики. Можливо, це найбільш важливий для підприємницького ризику елемент класифікації, що має найбільше практичне значення. Для розмежування виправданого і невиправданого підприємницького ризику необхідно врахувати в першу чергу ту обставину, що межа між ними в різних видах підприємницької

діяльності, у різних секторах економіки різна. Так, в галузі науково-технічного прогресу допустима ймовірність отримання негативного результату на стадії фундаментальних досліджень становить 5 - 10%, прикладних наукових розробок - 80 - 90%, проектно-конструкторських розробок - 90 - 95%. Очевидно, що дана область діяльності характеризується високим рівнем ризику, разом з тим існують окремі галузі, наприклад, атомна енергетика, де можливість ризику взагалі не допускається.

Всі підприємницькі ризики можна також розділити на дві великі групи відповідно до можливості страхування: страхують і нестрахують. Підприємець може частково перекласти ризик інші суб'єкти економіки, зокрема забезпечити себе, здійснивши певні витрати у вигляді страхових внесків. Таким чином, деякі види ризику, такі як ризик загибелі майна, ризик виникнення пожежі, аварій підприємець може застрахувати.

Ризик страховий - ймовірна подія або сукупність подій, на випадок настання яких проводиться страхування. Залежно від джерела небезпеки страхові ризики поділяються на дві групи:

- ризики, пов'язані з проявом стихійних сил природи (погодні умови, землетруси, повені та ін.);

- ризики, пов'язані з цілеспрямованими діями людини.

До ризиків, які доцільно страхувати, відносяться:

- ймовірні втрати в результаті пожеж та інших стихійних лих,

- ймовірні втрати в результаті автомобільних аварій;

- ймовірні втрати в результаті псування або знищення продукції при транспортуванні;

- ймовірні втрати в результаті помилок співробітників фірми;

- ймовірні втрати в результаті передачі співробітниками фірми "комерційної інформації конкурентам;

- ймовірні втрати в результаті невиконання зобов'язань субпідрядниками;

- ймовірні втрати в результаті припинення ділової активності фірми;

- ймовірні втрати в результаті можливої смерті або захворювання керівника або провідного співробітника фірми;

- ймовірні втрати в результаті можливого захворювання, смерті чи нещасного випадку із співробітником фірми.

Однак існує ще одна група ризиків, що не беруться страхувати страхові компанії, але при цьому саме взяття на себе ризику, що не страхується, є потенційним джерелом його зниження. В результаті страхового ризику втрати покриваються за рахунок виплат страхових компаній, то втрати в результаті такого ризику відшкодовуються з власних коштів підприємницької фірми. Основними внутрішніми джерелами покриття ризику є: власний капітал фірми, а також спеціально створені резервні фонди. Крім внутрішніх, є ще і зовнішні джерела покриття ймовірних втрат (наприклад, за дочірні банки відповідає материнський банк).

Слід виділити ще дві великі групи ризиків: статистичні (прості) і динамічні (спекулятивні). Особливість статистичних ризиків полягає в тому, що вони

практично завжди несуть в собі втрати для підприємницької діяльності. При цьому втрати для підприємницької фірми, як правило, означають і втрати для суспільства в цілому.

Відповідно до причиною втрат статистичні ризики можуть далі підрозділятися на наступні групи:

ймовірні втрати в результаті негативної дії на активи фірми стихійних лих (вогню, води, землетрусів, ураганів і т. п.):

ймовірні втрати в результаті злочинних дій;

ймовірні втрати внаслідок прийняття несприятливого законодавства для підприємницької фірми (втрати пов'язані з прямим вилученням власності або з неможливістю стягнути відшкодування з винуватця через недосконалість законодавства);

ймовірні втрати в результаті загрози власності третіх осіб, що призводить до вимушеного припинення діяльності основного постачальника або споживача;

втрати внаслідок смерті або недієздатності ключових працівників фірми або основного власника підприємницької фірми (що пов'язано з труднощами підбору кваліфікованих кадрів, а також з проблемами передачі прав власності).

На відміну від статистичного ризику динамічний ризик несе в собі або втрати, або прибуток для підприємницької фірми. Тому їх можна назвати «спекулятивними». Крім того, динамічні ризики, що ведуть до збитків окремої фірми, можуть одночасно принести вигравш для суспільства в цілому. Тому динамічні ризики є важкими для управління.

Інвестиційний ризик – це ймовірність виникнення непередбачуваних фінансових втрат у ситуації невизначеності умов інвестування.

Інвестиційні ризики можна класифікувати за такими ознаками:

За сферами прояву інвестиційні ризики:

1. Техніко-технологічні ризики пов'язані з факторами, що роблять вплив на техніко-технологічну складову діяльності при реалізації проекту, як то: надійність обладнання, передбачуваність виробничих процесів і технологій, їх складність, рівень автоматизації, темпи модернізації обладнання та технологій і т.д.

2. Економічний ризик пов'язаний з факторами невизначеності, що впливають на економічну складову інвестиційної діяльності в державі та на діяльність суб'єкта економіки при реалізації інвестиційного проекту в рамках цільової установки досягнення загальноекономічного рівноваги системи і прискорення темпів зростання її валового національного продукту шляхом випуску конкурентоспроможної продукції на світовому ринку, вибору раціонального поєднання форм і сфер виробництва, здійснення державних заходів щодо антициклічного регулювання економіки і т.д.

Економічний ризик включає в себе наступні фактори невизначеності: стан економіки; проводить держава економічна бюджетна, фінансова, інвестиційна та податкова політика; ринкова та інвестиційна кон'юнктура; циклічність розвитку економіки і фази економічного циклу; державне регулювання

економіки; залежність національної економіки; можливе невиконання державою своїх зобов'язань (часткова або повна експропріація приватного капіталу, різного роду дефолти, припинення договорів та інші фінансові потрясіння) і т.д.

3. Політичні ризики пов'язані з наступними факторами невизначеності, що впливають на політичну складову при здійсненні інвестиційної діяльності: вибори різних рівнів; зміни в політичній ситуації; зміни в здійснюваного державою політичного курсу; політичний тиск; адміністративне обмеження інвестиційної діяльності; зовнішньополітичний тиск на державу; Свобода слова; сепаратизм; погіршення відносин між державами, що може погано відіб'ється на діяльності спільних підприємств і т.д.

4. Соціальні ризики пов'язані з факторами невизначеності, що впливають на соціальну складову інвестиційної діяльності, як то: соціальна напруженість; страйки; виконання соціальних програм. Соціальна складова, зумовлена прагненнями особистостей створювати соціальні зв'язки, надавати один одному допомогу, дотримуватися взятих на себе взаємних зобов'язань; роллю, яку вони відіграють у суспільстві; службовими відносинами; моральними та матеріальними стимулами; існуючими та можливими конфліктами і традиціями і т.д.

Граничним випадком соціального ризику є особистісний ризик, який пов'язаний з неможливістю точного передбачення поведінки окремих особистостей у процесі їх діяльності і обумовлений людським фактором.

5. Екологічні ризики пов'язані з наступними факторами невизначеності, що впливають на стан навколишнього середовища в державі, регіоні та впливають на діяльність інвестованих об'єктів: забруднення навколишнього середовища, радіаційна обстановка, екологічні катастрофи, екологічні програми і екологічні рухи як "Green peace" і т. д.

Екологічні ризики поділяються на такі види:

- техногенні ризики, що відносяться до надзвичайних ситуацій, пов'язані з наступними факторами: техногенні катастрофи на підприємствах, викликають зараження навколишнього середовища радіоактивними, отруйними та іншими шкідливими речовинами;

- природно-кліматичні ризики пов'язані з наступними факторами невизначеності, що впливають на реалізацію інвестиційного проекту: географічне розташування об'єкта; природні катаклізми (повені, землетруси, шторми та ін.); кліматичні катаклізми; специфіка кліматичних умов (посушливий, континентальний, гірський, морський і т.п. клімат); наявність корисних копалин, лісових та водних ресурсів і т.д. ;

- соціально-побутові ризики пов'язані з наступними факторами невизначеності, що впливають на реалізацію інвестиційного проекту: захворюваність населення і тварин інфекційними захворюваннями; масові поширення шкідників рослин; анонімні дзвінки про мінування різних об'єктів і т.д. [6, с. 165]

6. Законодавчо-правовому ризику пов'язані з наступними факторами невизначеності, що впливають на реалізацію інвестиційного проекту: зміни чинного законодавства; суперечливість, неповнота, незавершеність, неадекватність законодавчо-правової бази; законодавчі гарантії; відсутність незалежності судочинства та арбітражу; некомпетентність або лобіювання інтересів окремих груп осіб при прийнятті законодавчих актів; неадекватність існуючої в державі системи оподаткування і т.д.

За формами прояву інвестиційні ризики поділяються:

1. Ризики реального інвестування, які можуть бути пов'язані з наступними факторами:

- перебої в постачанні матеріалів та обладнання;
- зростання цін на інвестиційні товари;
- вибір не кваліфікованого чи несумлінного підрядника та інші фактори, що затримують введення об'єкта в експлуатацію або зменшують дохід в процесі експлуатації.

2. Ризики фінансового інвестування, які пов'язані з наступними факторами:

- непродуманий вибір фінансових інструментів;
- непередбачені зміни умов інвестування і т.д.

За джерелами виникнення інвестиційні ризики поділяються на:

1. Систематичний (ринковий, такий, що не диверсифікується) ризик, виникає для всіх учасників інвестиційної діяльності і всіх форм інвестування. Визначається зміною стадій економічного циклу, рівнем платоспроможного попиту, змінами податкового законодавства та іншими факторами, на які інвестор вплинути при виборі об'єкта інвестування не може.

2. Несистематичний (специфічний, такий, що диверсифікується) ризик, який характерний для конкретного об'єкта інвестування або для діяльності конкретного інвестора. Він може бути пов'язаний з компетенцією персоналу керівництва підприємства; посиленням конкуренції в даному сегменті ринку; нераціональною структурою капіталу та ін. Несистематичний ризик може бути відвернений за рахунок диверсифікації проектів, вибору оптимального інвестиційного портфеля або ефективного управління проектом

Інвестиційна діяльність характеризується низкою інвестиційних ризиків, класифікація яких за видами може бути наступною:

- Інфляційний ризик – імовірність втрат, які може понести суб'єкт економіки в результаті знецінення реальної вартості інвестицій, втрати активами (у вигляді інвестицій) реальної первісної вартості при збереженні або зростанні номінальної їх вартості, а також знецінення очікуваних доходів і прибутку суб'єкта економіки від здійснення інвестицій в умовах неконтрольованого випередження темпів зростання інфляції над темпами зростання доходів з інвестицій.

- Дефляційний ризик – імовірність втрат, які може понести суб'єкт економіки в результаті зменшення грошової маси в обігу через вилучення частини надлишкових коштів, в т.ч. шляхом підвищення податків, облікової

процентної ставки, скорочення бюджетних витрат, зростання заощадження і т.д.

- Ринковий ризик – імовірність зміни вартості активів у результаті коливання процентних ставок, курсів валют, котирувань акцій і облігацій, цін товарів, що є об'єктом інвестування. Різновидами ринкового ризику є, зокрема валютний та процентний ризик

- Операційний інвестиційний ризик – ймовірність інвестиційних втрат внаслідок технічних помилок при проведенні операцій; внаслідок навмисних і ненавмисних дій персоналу; аварійних ситуацій; збоїв у роботі інформаційних систем, апаратури та комп'ютерної техніки; порушення безпеки і т.д.

- Функціональний інвестиційний ризик – ймовірність інвестиційного втрат внаслідок помилок, допущених при формуванні та управлінні інвестиційним портфелем фінансових інструментів.

- Селективний інвестиційний ризик – імовірність неправильного вибору об'єкта інвестування в порівнянні з ін. Варіантами.

- Ризик ліквідності – імовірність втрат, викликаних неможливістю вивільнити без втрат інвестиційні кошти в потрібному розмірі за досить короткий період часу в силу стану ринкової кон'юнктури. Також під ризиком ліквідності розуміють ймовірність виникнення дефіциту коштів для виконання зобов'язань перед контрагентами.

- Кредитний інвестиційний ризик проявляє себе, якщо інвестиції здійснюються за рахунок позикових коштів і являє собою ймовірність зміни вартості активів або втрати активами первісної якості в результаті нездатності позичальника-інвестора виконувати свої договірні зобов'язання, як в цілому, так і по окремих позиціях відповідно з умовами кредитного договору.

- ризик країни - ймовірність втрат у зв'язку із здійсненням інвестицій в об'єкти, що знаходяться під юрисдикцією країни з нестійким соціальним і економічним становищем.

- Ризик упущеної вигоди – ймовірність настання непрямого (побічного) фінансового збитку (неотримання або недоотримання прибутку) у результаті нездійснення якого-небудь заходу, наприклад страхування.

Необхідно відзначити, що це класифікація до деякої міри умовна, оскільки провести чітку межу між окремими видами інвестиційних ризиків досить складно. Ряд інвестиційних ризиків знаходиться у взаємозв'язку (корельовиний між собою), зміни в одному з них викликають зміни в іншому, що впливає на результати інвестиційної діяльності.

1.2. Методи управління ризиками

Управління ризиком – процес прийняття та виконання управлінських рішень, які мінімізують негативний вплив на організацію або особу збитків, викликаних випадковими подіями.

В умовах дії різноманітних зовнішніх і внутрішніх факторів ризику можуть використовуватися різні способи зниження ризику, що впливають на ті чи інші сторони діяльності підприємства.

Різнманіття вживаних у підприємницькій діяльності методів управління ризиком можна розділити на 4 групи (рис.1.1).

Методи управління ризиками:

- 1) методи ухиляння від ризиків;
- 2) методи локалізації ризиків;
- 3) методи диверсифікації ризиків;
- 4) методи компенсації ризиків.



Рис.1.1. – Методи управління ризиком

Розглянемо більш докладно способи управління ризиком як методи ухиляння від ризику.

Методи ухилення від ризику найбільш поширені в господарській практиці, ними користуються підприємці, які віддають перевагу діяти напевно.

Методи ухилення від ризику поділяються на:

- Відмова від ненадійних партнерів, тобто прагнення працювати тільки з надійними, перевіреними партнерами, не розширення кола партнерів; відмова від участі в проектах, пов'язаних з необхідністю розширити коло партнерів, відмова від інвестиційних та інноваційних проектів, впевненість в здійсненності або ефективності яких викликає сумніви;

- Відмова від ризикованих проектів, тобто відмова від інноваційних та інших проектів, реалізація або ефективність, яких викликає сумнів;

- Страхування ризиків, основний прийом зниження ризику, страхування ймовірних втрат служить не тільки надійним захистом від невдалих рішень, але і підвищує відповідальність осіб, які приймають рішення, примушуючи їх серйозніше ставитися до розробки та прийняття рішень, регулярно проводити захисні заходи у відповідності зі страховими контрактами. Правда, важко використовувати механізм страхування при освоєнні нової продукції або нових технологій, так як страхові компанії не мають в таких випадках достатніми даними для проведення розрахунків;

- Пошук гарантів, т.ч. при пошуку гарантів, як і при страхуванні, метою є перенесення ризику на будь-яку третю особу. Функції гаранта можуть виконувати різні суб'єкти (різні фонди, державні органи, підприємства) при цьому необхідно дотримуватися принцип рівної взаємної корисності, тобто бажаного гаранта можна зацікавити унікальною послугою, спільною реалізацією проекту.

Методи локалізації ризиків використовуються в рідкісних випадках, коли вдається досить чітко ідентифікувати ризики і джерела їх виникнення. Виділивши економічно найбільш небезпечні етапи або ділянки діяльності у відокремлені структурні підрозділи, можна зробити їх більш контрольованими і знизити рівень ризику. До таких методів локалізації відносяться:

- Створення венчурних підприємств передбачає створення невеликого дочірнього підприємства як самостійної юридичної особи для високотехнологічних (ризикованих) проектів. Ризикована частина проекту локалізується в дочірньому підприємстві, при цьому зберігається можливість використання наукового і технічного потенціалу материнської компанії;

- Створення спеціальних структурних підрозділів (з відокремленим балансом) для виконання ризикованих проектів;

- Укладання договорів про спільну діяльність для реалізації ризикованих проектів.

Методи диверсифікації ризиків полягають у розподілі загального ризику і поділяються на:

- Розподіл відповідальності між учасниками проекту. Необхідно при розподілі робіт між учасниками проекту чітко розмежувати сфери діяльності та відповідальність кожного учасника, а також умови переходу робіт і відповідальності від одного учасника до іншого і юридично це закріпити в

договорах. Не повинно бути етапів, операцій або робіт з розмитою або неоднозначною відповідальністю;

- Диверсифікація видів діяльності та зон господарювання це збільшення числа застосовуваних технологій, розширення асортименту виробленої продукції або надання послуг, орієнтація на різні соціальні групи споживачів, на підприємства різних регіонів;

- Диверсифікація збуту і поставок, тобто робота одночасно на не скільки ринках, коли збитки на одному ринку, можуть бути компенсовані успіхами на інших ринках, розподіл поставок між багатьма споживачами, прагнучи до рівномірного розподілу часток кожного контрагента. Так само ми можемо диверсифікувати закупівлю сировини і матеріалів, що передбачає взаємодію з багатьма постачальниками, дозволяючи послабити залежність підприємства від його "оточення". При порушенні постачань з різних причин підприємство безболісно зможе переключитись на роботу з іншим постачальником аналогічного продукту;

- Диверсифікація інвестицій це перевагу реалізації деяких відносно невеликих по вкладеннях проектів, ніж реалізація одного великого інвестиційного проекту, що вимагає задіяти всі ресурси і резерви підприємства, не залишаючи можливостей для маневру;

- Розподіл ризику в часі (по етапах роботи), тобто необхідно розподіляти і фіксувати ризик у часі при реалізації проекту. Це покращує можливість спостереження і контрольованість етапів проекту і дозволяє при необхідності порівняно легко їх коригувати.

Методи компенсації ризиків пов'язані зі створенням механізмів попередження небезпеки.

Методи компенсація ризиків більш трудомісткі і вимагають великої попередньої аналітичної роботи для їх ефективного застосування:

- Стратегічне планування діяльності, як метод компенсації ризику дає позитивний ефект, якщо розробка стратегії охоплює всі сфери діяльності підприємства. Етапи роботи зі стратегічного планування можуть зняти велику частину невизначеності, дозволяють передбачити появу вузьких місць при реалізації проектів, заздалегідь ідентифікувати джерела ризиків і розробити заходи, що компенсують ризик, план використання резервів;

- Прогнозування зовнішньої обстановки, тобто періодична розробка сценаріїв розвитку і оцінки майбутнього стану середовища господарювання для учасників проекту, прогнозування поведінки партнерів і дій конкурентів загальноекономічне прогнозування;

- Моніторинг соціально-економічної та нормативно-правового середовища припускає відстеження поточної інформації про відповідні процесах. Необхідно широке використання інформатизації - придбання та постійне оновлення систем нормативно-довідкової інформації, підключення до мереж комерційної інформації, проведення власних прогнозно-аналітичних досліджень, залучення консультантів. Отримані дані дозволять вловити тенденції розвитку взаємин між господарюючими суб'єктами, дадуть час для підготовки до нормативних

нововведень, нададуть можливість вжити відповідних заходів для компенсації втрат від нових правил господарської діяльності і скоригувати оперативні та стратегічні плани;

- Створення системи резервів. Цей метод близький до страхування, але зосередженому всередині підприємства. На підприємстві створюються страхові запаси сировини, матеріалів, комплектуючих, резервні фонди грошових коштів, розробляються плани їх використання в кризових ситуаціях, вільні потужності, що не використовуються у не ризикових умовах. Актуальним є вироблення фінансової стратегії для управління своїми активами і пасивами з організацією їх оптимальної структури та достатньої ліквідності вкладених коштів;

- Навчання персоналу і його інструктування.

1.3. Система факторів, що впливають на рівень ризику

Зовнішні фактори прямого і непрямого впливу. Внутрішні чинники, які впливають на рівень ризику на підприємстві.

Для забезпечення порівнянності і наочності економічних альтернатив з точки зору їх вибору за мінімального ризику та досягнення максимальної визначеності, їх описують за допомогою економічних показників, що класифікуються на результативні і факторні. Перші виступають як спосіб визначення цілей. Інші відображають умови і способи формування результативних, є джерелами вивчення альтернативних варіантів дії. До основних факторів, які обмежують ризик можна віднести ті, які дозволяють регулювати його значення, тому що ризик підприємця багато в чому стосується того, чи досягне підприємство очікуваних результатів або понесе збитки. Залежно від ступеня впливу таких факторів приймається і рівень ризику. Таким чином, фактори, які складають ризик, у своєму протилежному значенні стають факторами, які його збільшують.

Отже, ми підійти до класифікації факторів ризику, аналіз яких є найважливішим етапом процесу управління ризиком.

Ризикові фактори можна класифікувати за різними критеріями і ознаками:

- за ступенем впливу на підприємницьку діяльність,
- за ступенем керованості (керовані, умовно керовані, некеровані).
- за характером впливу на ризик;
- за джерелом виникнення ризикових факторів (зовнішнє середовище, якість господарювання);

Головні фактори, що визначають рівень ризику підприємницької діяльності - зовнішні (нестабільність законодавства, політичних, соціальних умов, непередбачені дії державних органів або конкурентів).

З внутрішніх чинників до основних відносяться:

компетентність.

відсутність досвіду і знань,

відсутність оперативної ділової активності.

Найбільш жорсткий фактор - невизначеність векторів державної реформи. Держава поки веде таку фінансову, кредитну, валютну політику, яка здатна поставити на грань банкрутства будь-якого, навіть самого здатного і кваліфікованого підприємця.

Неможливо, звичайно врахувати всі ризикові фактори, але цілком реально виділити головні з них за результатами впливу на той чи інший вид підприємницької діяльності. При цьому важливо визначити і оцінити рівень ризику, його допустиму межу для підприємства. Доцільно проводити кількісно - якісну, комбіновану оцінку господарського ризику.

Перехід на нові методи планування виробництва в умовах ринку вимагає вдосконалення калькуляцій собівартості виробництва продукції, врахування впливу несприятливих факторів. Мірою економічного ризику, обумовленого прояви несприятливих фактора, є, або збільшення витрат виробництва, або недоотримання очікуваного прибутку. Як у першому так і в другому випадку збиток від прояву факторів ризику носить ймовірний характер Закон розподілу фактичних витрат щодо планової величини, як правило невідомий через широкого діапазону факторів, що впливають як по номенклатурі, так і по частоті прояви. Ризик в умовах ринку неминучий. Потенційна небезпека понести фінансові збитки, практично існує завжди, тому що ймовірність втрат так само реальна, як і можливість отримання позитивного результату. За ризик треба платити. Важливо тільки оцінити масштаби втрат і виграш і передбачити можливі заходи захисту.

Для більш чіткого уявлення факторів підприємницького ризику все вище сказане можна представити у вигляді табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Система факторів, що впливають на рівень ризику

Зовнішні		Внутрішні	
Прямої дії	Непрямої дії	Об'єктивні	Суб'єктивні
Нестабільність, суперечливість законодавства	Нестабільність політичних умов	Непередбачені зміни в про- процесі виробництва (вихід з ладу техніки, її моральне старіння)	Низька якість управлінських робітничих кадрів та фахівців
Непередбачені дії державних органів	Нестабільність соціальних умов	Розробка, впровадження нових технологій, способів організації праці.	Малокомпетентна робота управлінських та інших служб

Зовнішні		Внутрішні	
Прямі дії	Непрямі дії	Об'єктивні	Суб'єктивні
Нестабільність економічної (фінансової, податкової, зовнішньоекономічної політики).	Непередбачені зміни економічного обставини в регіоні	Стихійні впливи локального характеру	Недотримання договорів з боку керівництва фірми
Непередбачені вимірювання кон'юнктури внутрішнього і зовнішнього ринку	Непередбачені зміни в галузі підприємницької діяльності	Непередбачені зміни у внутрішньогосподарських відносинах	Відсутність у персоналу здатності до ринку
Непередбачувані дії конкурентів	Непередбачувані зміни в міжнародній обставині	Нестача бізнес-інформації у фірмі	Помилки при прийнятті рішень
Корупція і рекет	Стихійні сили природи і клімат	Відсутність служби маркетингу	Помилки при реалізації ризикових рішень
Революційні скачки в науково-технічному прогресі	Непередбачувані зміни економічної обставини в країні	Фінансові проблеми всередині фірми	Смерть, хвороба ключових співробітників фірми
Непередбачувані зміни у взаєминах, з господарськими партнерами		Відсутність механізму мотивації	

1.4. Загальні принципи аналізу ризику

Коли говорять про необхідність врахування ризику при управлінні проектами, зазвичай мають на увазі основних його учасників: замовника, інвестора, виконавця або продавця, а також страхову компанію.

При аналізі будь-якого ризику використовуються критерії, запропоновані відомим американським експертом Б. Берлімером:

втрати від ризику незалежні один від одного;

втрати по одному напрямку з «портфеля ризиків» не обов'язково збільшують ймовірність втрати по іншому (за винятком форс-мажорних обставин);

максимально можливий збиток не повинен перевищувати фінансових можливостей учасників.

На рис.2.1 представлена схема аналізу ризику.

Ризики зазвичай поділяють на два типи - динамічний і статичний.

Динамічний ризик - це ризик непередбачених змін вартості основного капіталу внаслідок прийняття управлінських рішень або непередбачених змін ринкових чи політичних обставин. Такі зміни можуть призвести як до втрат, так і до додаткових доходів.

Статичний ризик – ризик втрат реальних активів внаслідок нанесення шкоди власності, а також втрат доходу через недієздатність організації. Цей ризик може призвести лише до втрат.

Доцільність прийняття конкретного управлінського рішення, в природі якого спочатку закладена певна ступінь ризику, може бути виявлена шляхом його аналізу та оцінки. Це означає, що для ефективного управління необхідно не тільки знати про можливе підприємницькому ризику і зробити його якісний аналіз, а необхідно і оцінити його, визначити його ступінь. Кількісна оцінка підприємницького ризику є доповненням якісною. При її наявності керуючий суб'єкт здатний досягти максимуму ефективності в процесі управління фірмою.

Кількісна оцінка підприємницького ризику особливо важлива, коли існує можливість вибору конкретного управлінського рішення з сукупності альтернативних варіантів. Ситуація, при якій господарюючий суб'єкт знаходиться перед проблемою вибору одного з двох напрямків розвитку фірми з різною економічною ефективністю від їх реалізації, не завжди вирішується на користь того напрямку, який має більший ефект (менші витрати і великі результати) порівняно з іншим. Важливе місце при прийнятті рішення про вибір відводиться і шансам на успішну реалізацію кожного з варіантів. Таким чином, можлива й ситуація, коли для підприємства буде доцільно прийняти рішення про розвиток за варіантом, економічний ефект від реалізації якого буде менший, але при цьому шанси на успіх великі (ступінь ризику за цим варіантом буде меншою в порівнянні з іншим).

При прийнятті будь-якого управлінського рішення економічна ефективність від його реалізації повинна бути скоригована на ступінь ризику його досягнення.

Аналіз підприємницьких ризиків доцільно проводити за кількома основними напрямками, наявність яких обумовлено:

специфічними особливостями безпосередньо суб'єкта, що займається підприємницькою діяльністю;

особливостями зовнішнього середовища, в якій він функціонує, і яка знаходиться в процесі постійного розвитку.

У найбільш загальному вигляді множинність принципів аналізу ризику може бути зведена до наступного:

1. Величина втрат від різних видів ризику незалежна один від одного. Даний принцип означає, що в тому випадку, якщо один з видів ризику переходить у категорію реалізованого, то втрати в разі реалізації інших ризиків не змінюються (наприклад, якщо фірма несе збитки через те, що було

переглянуто податкове законодавство, то втрати у випадку реалізації ризику інфляції не змінюються).

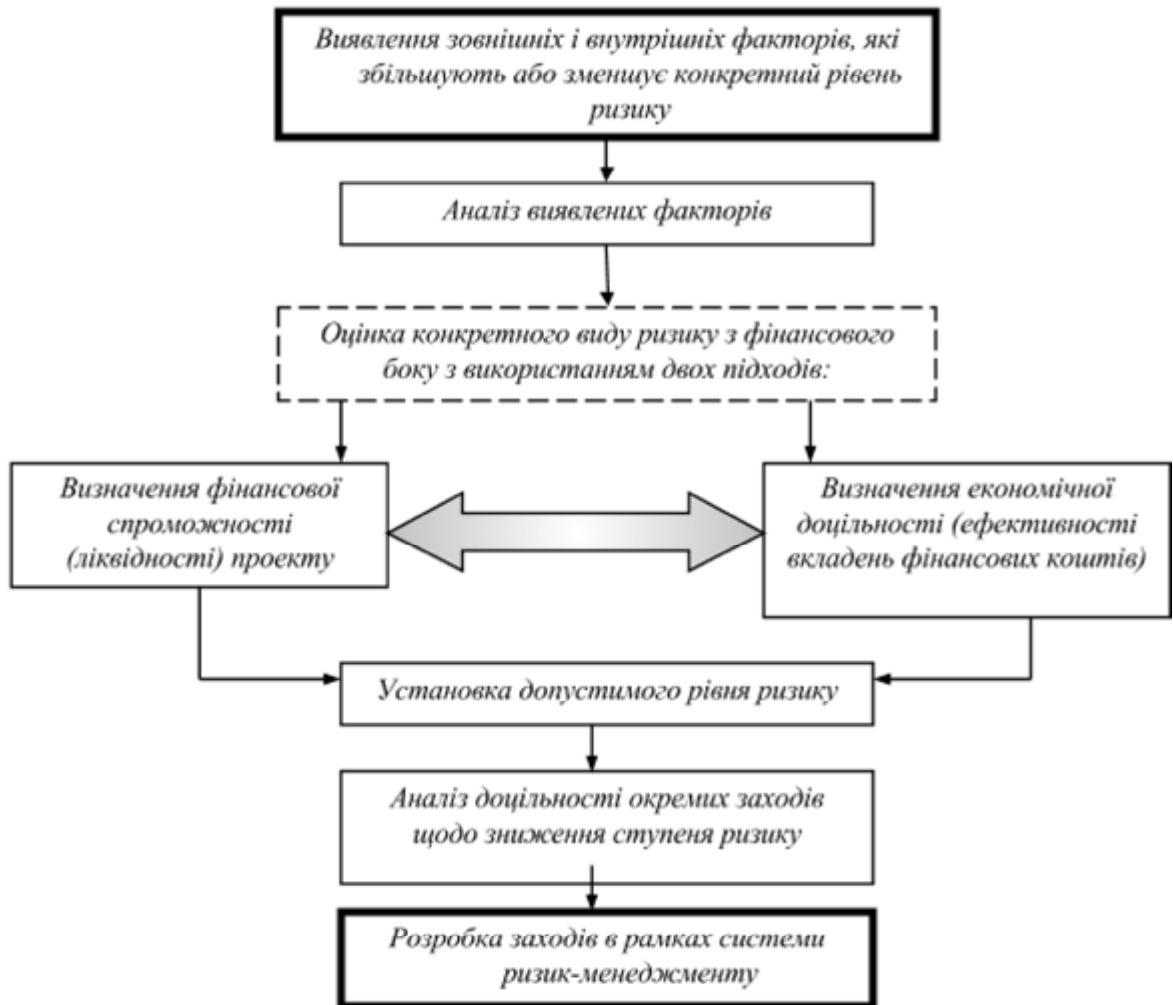


Рис. 1.2 – Схема контуру управлінських завдань, в рамках системи ризик-менеджменту.

2. Реалізація певного виду ризику не обов'язково збільшує або знижує ймовірність виникнення іншого виду (за винятком форс-мажорних обставин). Взаємозв'язок і взаємозалежність більшості економічних процесів не тільки не вступають у протиріччя з цим принципом, а навпаки, є його доповненням.

3. Максимально можливий збиток (втрати) у разі реалізації конкретного ризику не повинен перевищувати фінансових можливостей господарського суб'єкта. Цей принцип ґрунтується на теорії оптимального ризику, яка передбачає наявність ефективного ризику тільки в межах власних активів.

Втрати, що виникають у процесі підприємницької діяльності, залежно від їх приналежності до конкретного виду використовуваних підприємством ресурсів, можуть бути поділені на такі види:

1) фінансові втрати – це прямий грошовий збиток, який може бути нанесений підприємству внаслідок реалізації певного ризику або групи ризиків

(наприклад, зниження обсягів реалізації товарів чи послуг, абсолютне або відносне зниження прибутку, одержуваної фірмою і т. Д.);

2) матеріальні втрати – являють собою непередбачувані планом розвитку підприємства додаткові витрати або прямі втрати виробничих фондів (обладнання, площ, випущеної продукції, сировини, енергії і т. д.);

3) втрати часу – це такі втрати, які пов'язані з нераціональним його використанням внаслідок виникнення певних видів ризику.

Доцільно виділити у втратах часу дві групи втрат:

трудові втрати – втрати робочого часу, викликані випадковими обставинами (наприклад, вихід з ладу обладнання, хвороба працівника і т.д.);

неефективні втрати організації – такі втрати, які виникають в тому випадку, коли процес підприємницької діяльності йде повільніше, ніж це було заплановано раніше, або норма отримання прибутку на вкладений капітал в даній фірмі менше, ніж середньогалузева або середня по економіці;

4) соціальні втрати – це такі види втрат, які пов'язані з нанесенням шкоди здоров'ю та життю людей;

5) збутові (репутаційні) втрати – які пов'язані зі зміною ставлення покупців (реальних чи потенційних) до виробленому фірмою продукту в бік переваги інших продуктів (наприклад, зміна пріоритетів споживачів до тютюнової продукції і висококалорійної їжі в бік переваги здорового способу життя);

6) екологічні втрати – це нанесення шкоди навколишньому природному середовищу. Даний вид втрат доцільно класифікувати за ступенем їх впливу на господарський суб'єкт на прямі і непрямі. Тоді прямими втратами будуть ті втрати, які виникають безпосередньо у підприємства через короткий проміжок часу, і воно відчуває на собі їх вплив (наприклад, забруднення води, яку підприємство споживає у своєму виробничому процесі). Непрямі втрати виникають в тому випадку, якщо шкідливий вплив на навколишнє середовище буде відображено на діяльності підприємства через тривалий період часу і опосередковано (наприклад, шкідливі викиди в атмосферу, і, як наслідок цього, необхідність для підприємства нести великі, у порівнянні з попередніми періодами часу, витрати на медичне обслуговування та відпочинок своїх працівників);

7) морально-психологічні втрати – це втрати, зумовлені тим, що будь-яка фірма є складною соціальною системою, і порушення рівноваги цієї системи може призвести до небажаних для неї наслідків (наприклад, плинність кадрів, що з'явилася внаслідок нездорового психологічного клімату в колективі).

Присутність ризику в підприємницькій діяльності означає, що для її ефективного проведення необхідна наявність попередньо розроблених і реальних планів розвитку фірми з урахуванням імовірнісного характеру проходження подій. З цією метою проводиться якісний і кількісний аналіз ризиків.

Виправданий ризик – це об'єктивно існуючий елемент системи функціонування підприємств в умовах ринкової економіки. Імовірнісний характер економічних рішень, прийнятих в умовах ризикової економіки, може

бути виявлений лише за допомогою певних методів аналізу ризиків та їх впливу на діяльність фірми.

Пошук такого рішення з можливого безлічі, яке б містило лише виправданий ризик, є однією з основних задач якісного і кількісного аналізу ризику.

Більшість вчених, що займаються даною проблемою, згодні з тим, що якісний аналіз є найбільш складним етапом у проведенні загального аналізу ступеня ризику від певного напрямку діяльності фірми. Його головне завдання полягає у визначенні факторів ризику, виявленні напрямків діяльності та етапів, на яких може виникнути ризик. Таким чином, протягом якісного аналізу встановлюються потенційні області ризику і після цього ідентифікуються всі можливі ризики.

Протягом кількісного аналізу ризику дається чисельне визначення розмірів окремих ризиків, а також ризику всього обраного напрямку підприємницької діяльності.

Підприємницький ризик може визначатися як в абсолютних, так і у відносних величинах. Вимірювання ступеня ризику в абсолютних величинах доцільно застосовувати при характеристиці окремих видів втрат, а у відносних - при порівнянні прогнозованого рівня втрат з реальним рівнем, середньогалузевим, середнім по економіці.

Сукупність методів аналізу ступеня підприємницьких ризиків показана на рис. 2.2.

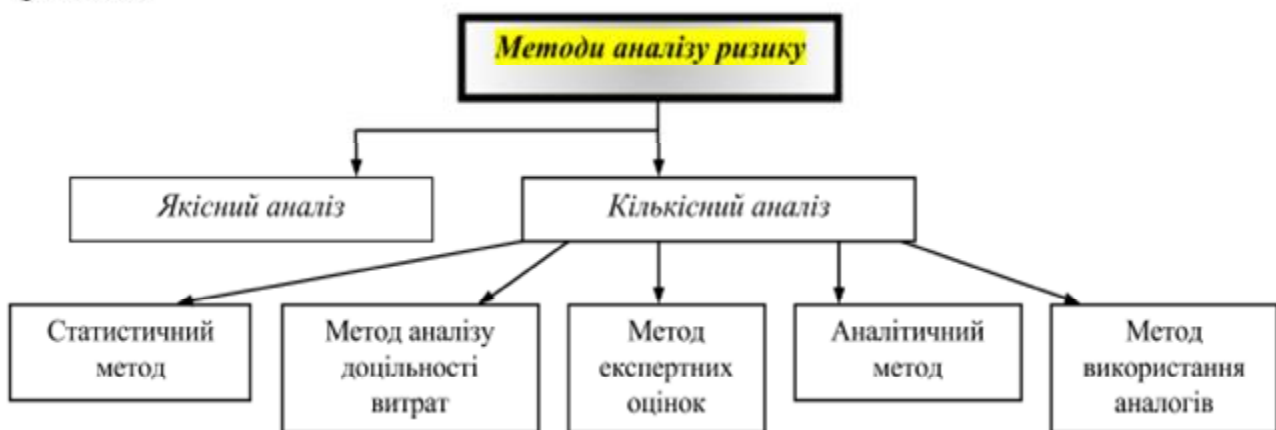


Рис. 2.2 – Сукупність методів аналізу ступеня підприємницьких ризиків

Якісний аналіз ризику проходить за кількома основними напрямками. Сутність першого напрямку полягає в тому, що проводиться порівняння очікуваних позитивних результатів від вибору конкретного напрямку підприємницької діяльності з можливими від цього наслідками. Наслідки доцільно класифікувати за аналогією з втратами на фінансові, матеріальні, часові, соціальні, збутові, екологічні та морально-психологічні. При цьому наслідки повинні бути порівняні з можливими результатами, одержуваними фірмою при розвитку даного напрямку діяльності.

Проблеми цього співвідношення необхідно розглядати на всіх етапах планування як стратегічного, так і тактичного. При цьому повинна бути забезпечена оптимальна зв'язок на кожному з етапів.

Другий напрямок, за яким повинен проходити якісний аналіз, полягає в тому, що необхідно визначити вплив рішень, які приймаються фірмою на етапі розробки стратегії, на інтереси суб'єктів господарської діяльності. Іншими словами, йдеться про необхідність комплексного аналізу впливу рішень, прийнятих безпосередньо фірмою на поведінку інших підприємств.

Необхідність наявності цього аспекту при аналізі ризиків є наслідком того, що окреме підприємство не функціонує відокремлено від інших ринкових суб'єктів, а є лише одним із його елементів. Протягом проведення аналізу з цього напрямку також визначаються і ті можливі суб'єкти, яким реалізація певного виду ризику буде вигідна, тобто чиїм інтересам вона буде відповідати. Як було зазначено раніше, управляти ризиком означає не тільки знати, що він є і ідентифікувати його, а також дати йому якісну і кількісну оцінку. Дане положення стає одним з найважливіших умов забезпечення ефективної діяльності фірми.

Кількісний аналіз ризику є однією з важливих складових процесу ефективного управління фірмою. Мало знати, який точно ризик буде впливати на фірму в разі вибору нею конкретного напрямку (або декількох напрямів) підприємницької діяльності, проблема також полягає і в тому, що необхідно також кількісно оцінити його. Оцінка ступеня ризику важлива і в контексті того, що при цьому фірма отримує можливість вибору конкретного напрямку, виходячи з власних пріоритетів.

1.5. Індивідуальне завдання № 1

Мета: вивчити якісні методи визначення та запобігання ризику.

Завдання:

1. За останньою цифрою залікової книжки (табл. 1.2) вибрати тип підприємства.
2. За номером по списку групи вибрати проблему (табл. 1.3).
3. Написати коротке, на 2-3 сторінок есе щодо типу ризиків, які можуть існувати на цьому підприємстві, методів їх аналізу, прийомів уникнення ризиків або компенсації їх наслідків.
4. Вказати, якою літературою чи засобами Інтернет ви користувалися.

Таблиця 1.2

Типи підприємств

Остання цифра залікової книжки	Галузь економіки
1.	Вугільна промисловість
2.	Видобуток залізної руди
3.	Металургія
4.	Хімічна промисловість

Остання цифра залікової книжки	Галузь економіки
5.	Менеджмент фінансів
6.	Торгово-закупівельна діяльність
7.	Банківська справа
8.	Транспорт
9.	Будівництво
10.	Машинобудування

Таблиця 1.3

Проблеми на підприємстві

№ за списком групи	Короткий опис проблеми на підприємстві
1.	Зменшився податок на прибуток
2.	Збільшився податок на прибуток
3.	За кордоном почали випускати аналогічне обладнання або надавати аналогічні послуги.
4.	Курс гривні відносно долара збільшився
5.	Курс гривні відносно долара зменшився
6.	Курс гривні відносно рубля збільшився
7.	Всі розрахунки були переведені в електронний режим.
8.	Китай побудував в Україні власне виробництво, аналогічне вашому.
9.	Собівартість продукції почала невпинно зменшуватися.
10.	Верховна Рада прийняла новий екологічний закон.
11.	Ціна на пальне збільшилася.
12.	Клієнти почали купляти товари конкурента.
13.	Зменшився податок на прибуток
14.	Збільшився податок на прибуток
15.	За кордоном почали випускати аналогічне обладнання або надавати аналогічні послуги.
16.	Курс гривні відносно долара збільшився
17.	Курс гривні відносно долара зменшився
18.	Курс гривні відносно рубля збільшився
19.	Всі розрахунки були переведені в електронний режим.
20.	Китай побудував в Україні власне виробництво, аналогічне вашому.
21.	Собівартість продукції почала невпинно зменшуватися.
22.	Верховна Рада прийняла новий екологічний закон.
23.	Ціна на пальне збільшилася.
24.	Клієнти почали купляти товари ваших конкурентів.
25.	Всі розрахунки були переведені в електронний режим.

Контрольні запитання

1. Які ви знаєте види ризику?
2. Опишіть порядок аналізу ризиків.
3. Які методи існують для аналізу ризиків?
4. Які фактори впливають на ризик?
5. Поясніть різницю між підприємницьким та фінансовим ризиками.

В цьому розділі було описано якісну структуру підприємницьких та фінансових ризиків, методи їх аналізу та запобігання негативним наслідкам.

2. МЕТОДИ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

Вивчивши матеріали цього розділу, студенти узнають порядок проведення опитування експертів та математичні методи обробки результатів анкетування.

У тих випадках, коли об'єктивній інформації виявляється не досить для визначення чисельних значень необхідного фактора при аналізі соціально економічної системи, треба використовувати суб'єктивні оцінки, засновані на накопиченому досвіді, знаннях, ідеях, думках і припущеннях фахівців, повернутих до вироблення суб'єктивної оцінки.

Методи експертних оцінок – це спосіб прогнозування та оцінки майбутніх результатів дій на основі прогнозів фахівців.

Особливістю даного методу є відсутність строгих математичних доказів оптимальності рішень. Загальною спрямованістю цього методу є використання людини як "вимірювального" приладу для одержання кількісних оцінок процесів і суджень, що через неповноту і невірогідність наявної інформації не піддаються безпосередньому виміру.

Саме тому цей метод є основним при визначенні фінансово-економічного ризику і в подальших матеріалах матиметься на увазі, що всі числа в розрахунках отримані саме цим методом.

2.1. Організація опитування експертів

Загальна схема експертних опитувань включає наступні основні етапи: підбір експертів і формування експертних груп; формування питань і складання анкет; робота з експертами; формування правил визначення сумарних оцінок на основі оцінок окремих експертів; аналіз і обробка експертних оцінок (рис. 2.1).

У практичній діяльності застосовуються як індивідуальні, так і групові (колективні) експертні оцінки (рис. 2.2).

Індивідуальні експертні методи – це використання думок експертів, які сформульовані особисто кожним із них самостійно без врахування думок інших експертів. До індивідуальних експертних методів належать: інтерв'ю та анкетування.

Сутність методу інтерв'ю полягає в організації співбесіди аналітика з експертом, в ході якої експерт дає відповіді на запитання аналітика щодо факторів впливу на досліджуваний об'єкт, очікуваних результатів господарювання, невикористаних резервів, шляхів виходу з кризи, напрямів підвищення ефективності виробництва тощо.

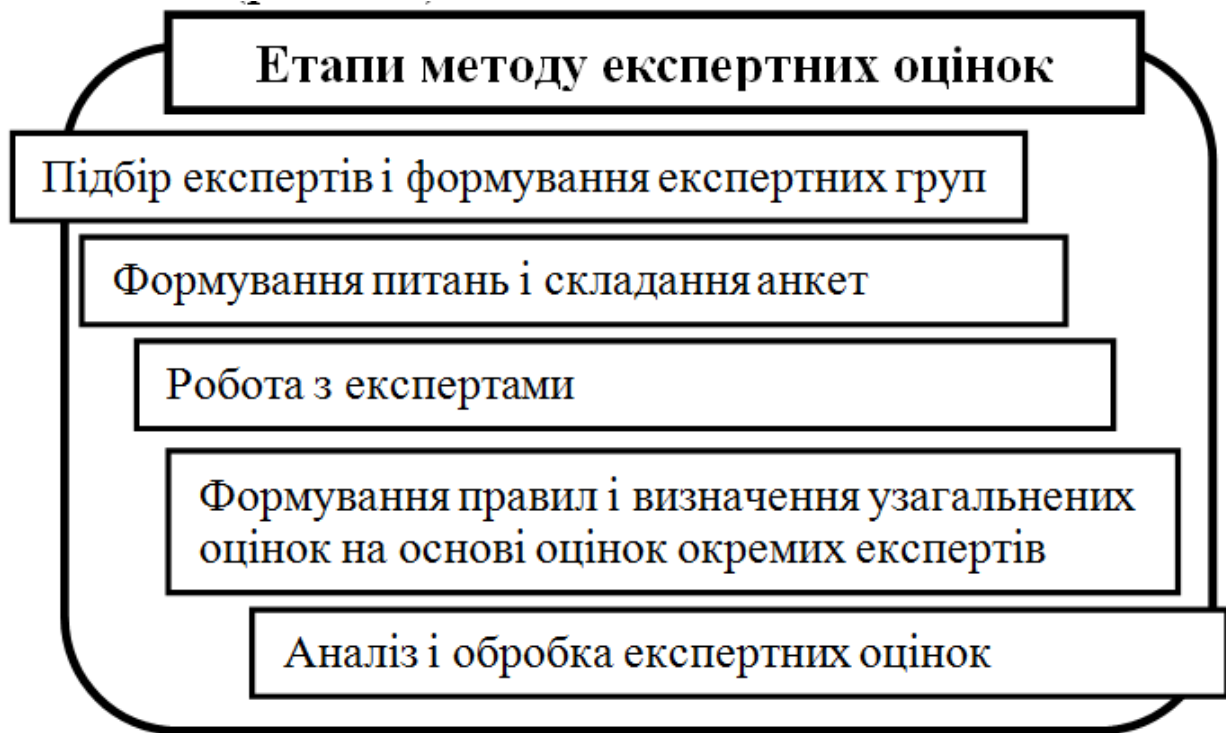


Рис. 2.1 – Загальна схема використання методу експертних оцінок

Метод анкетування (аналітичного експертного оцінювання) полягає в наданні експертом письмових відповідей на запитання анкети.

Основними перевагами індивідуальних методів експертних оцінок є простота організації обстеження, зрозумілість, врахування і використання набутих знань і досвіду кожного експерта.

Колективні експертні методи – це методи, які забезпечують формування єдиної спільної думки в результаті взаємодії залучених фахівців-експертів.

Серед колективних методів експертної оцінки виділяють: метод комісії (у тому числі проведення виробничих нарад, конференцій, семінарів, дискусій за "круглим столом"), методи Дельфі, відстороненого оцінювання, конференція ідей та ін.

Метод комісії полягає у виробленні експертами кращого варіанта досягнення поставленої мети з урахуванням усіх висловлених на нараді пропозицій, ідей.

Позитивною ознакою цього методу є можливість залучення для експертизи фахівців з широким діапазоном знань із суміжних областей науки та практики.

Негативним є можливий суб'єктивізм, наявні стереотипи мислення, що склалися в експертів, їх схильність до компромісу.

Метод відстороненого оцінювання полягає у виборі оптимального незалежного рішення із числа висловлених експертами на нараді. Робота наради поділена на дві частини: висунення ідей та їх критичний аналіз.



Рис. 2.2 – Основі види методів експертних оцінок

Цілі індивідуальних експертних оцінок:

- прогнозування ходу розвитку подій і явищ у майбутньому, а також оцінка їх у сьогоденні. Стосовно до аналізу й оцінки ризику це виявлення джерел і причин ризику, прогнозування дій конкурентів, установлення всіх можливих ризиків, оцінка ймовірності ризикових подій, призначення коефіцієнтів відносної важливості (значимості наслідку) і ранжирування ризиків, виявлення шляхів зниження ризику тощо;
- аналіз і узагальнення результатів, представлених іншими експертами;
- складання сценаріїв дій;
- видача висновків іншим фахівцям і організаціям (рецензії, відзиви, експертизи тощо).

Позитивною особливістю індивідуальної експертизи є оперативність одержання інформації для ухвалення рішення і відносно невеликі витрати. Як недолік варто виділити високий рівень суб'єктивності і, як наслідок, відсутність впевненості у ймовірності отриманих оцінок. Зазначений недолік покликаний усунути чи послабити групові експертні оцінки.

Виділяють типи групових експертних процедур:

- відкрите обговорення поставлених питань з наступним відкритим чи закритим голосуванням;

- вільне висловлення без обговорення і голосування;
- закриті обговорення з наступним закритим голосуванням чи заповненням анкет експертного опитування.

Компетентність експертів на етапі підбору експертної групи визначається наступним чином (рис. 2.3)

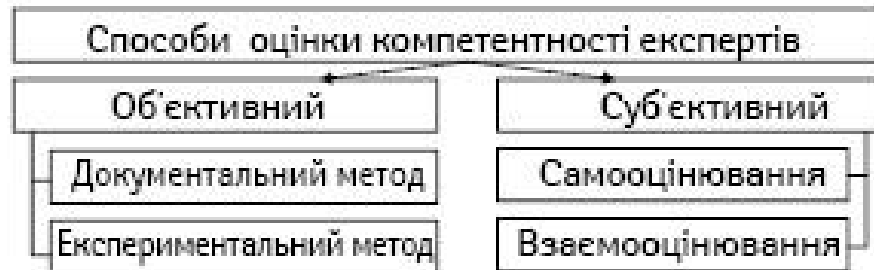


Рис. 2.3 – Способи оцінки компетентності експертів

Об'єктивний спосіб оцінки компетентності експерта включає:

- *документальний метод*, який передбачає підбір експертів, виходячи з їх професійних характеристик. Експерти повинні мати науковий ступінь та звання, належний стаж роботи за спеціальністю та атестаційну категорію;

- *експериментальний метод*, який передбачає проведення перевірки ефективності експерта в минулому. При цьому здійснюється розрахунок надійності й точності оцінок експертів на основі їхньої попередньої діяльності.

Суб'єктивний спосіб розрахунку компетентності експерта полягає у поєднанні само- та взаємооцінювання. *Взаємооцінювання чи голосування* передбачає аналіз характеристик, які були дані певному спеціалісту його колегами. Процедура *самооцінювання* полягає в тому, що експерт сам визначає вагомість своєї оцінки за певним запитанням (як правило, використовується 10-бальна шкала: від 0 — повністю некомпетентний до 10 — максимально компетентний). Водночас експертам пропонується оцінити ступінь впливу різних джерел інформації на їх думку. Так, спеціалістам пропонується висловити свою думку щодо впливу на них таких джерел інформації, як «проведений теоретичний аналіз», «практичний досвід», «узагальнення праць вітчизняних авторів», «узагальнення праць закордонних авторів», «особистий досвід зі станом справ за кордоном», «інтуїція».

Важливим для практики є вивчення думок багатьох експертів. Результати будуть тим точніше, чим більше експертів бере участь в дослідженні процесу.

У разі багатьох експертів складається таблиця виду табл. 2.1

В ній експерти вказують, які на їхню думку чисельні значення матимуть ті, чи інші фактори в наперед означений момент часу.

В інших випадках, коли потрібно визначити рівень ризику, який несе в собі той чи інший чинник роботи підприємства чи установи, складається інша таблиця, наприклад, як табл. 2.2

Таблиця 2.1

Вид узагальненої таблиці опитування експертів

Фактори \ Експерти	1	2	3	4	5	6	7	8	...	<i>n</i>
1										
2										
...										
<i>m</i>										

Таблиця 2.2

Оцінка ризикованості факторів, які можуть вплинути на роботу фірми

Подія (дія, операція)	Вага (В)			Оцінка ризику (Р)				Підсумкова оцінка (В x Р)
	1	2	3	1	2	3	4	
Порушення графіку поставки								
Порушення обсягу поставки								
Поставка неякісної продукції								
і т.ін.								

В ній кожен експерт (табл. 2.2 вони понумеровані 1, 2, 3...) вказує важливість кожного фактора як його вагу. При цьому сума всіх ваг для кожного експерта повинна дорівнювати одиниці

$$B_j = \sum_{i=1}^n B_{ij} = 1 \quad (2.1)$$

де i – номер фактора ($1 \leq i \leq n$), j – номер експерта ($1 \leq j \leq m$), n – кількість факторів, m – кількість експертів.

2.2. Обробка результатів експертизи

Залежно від цілей експертизи при обробці оцінок можуть вирішуватися такі проблеми:

- формування узагальненої оцінки;
- визначення відносних ваг об'єктів;
- встановлення ступеня узгодженості думок експертів та ін.

При плануванні експертної оцінки доцільним є визначення тих правил та методів обробки думок експертів, які будуть використовуватися при аналізі результатів. Ця процедура є вкрай важливою на етапі планування, оскільки нехтування нею може призвести до неможливості подальшого якісного аналізу отриманих результатів.

Після проведення власне експертної оцінки здійснюється групування та зведення матеріалів експертизи, що відповідає аналогічним вимогам щодо проведення статистичного чи соціологічного дослідження.

При проведенні аналізу отриманих результатів аналітикам слід дати відповідь на два основних запитання:

1. *Яку ж думку чи позицію висловили експерти?*

2. *Чи можна цю думку вважати достовірною та взяти її за основу при прийнятті управлінського рішення?*

Для визначення позиції експертів щодо окремих запитань використовується розрахунок певних статистичних показників, які використовуються залежно від того, яким чином було сформульоване запитання та які варіанти відповідей пропонувалися. Відтак, якщо думка експерта має тільки якісну оцінку («так», «ні»), то нами згідно з основними вимогами аналізу розраховувалися відносні величини (інтенсивні показники та показники співвідношення).

Отримання об'єктивних оцінок базується на наступних загальних положеннях:

1) **аксіома незміщеності**, яка стверджує, що думка більшості є компетентною;

2) **аксіома транзитивності**, яка стверджує, що суб'єктивні оцінки можуть бути переміщені.

З цього виходить, що мірою якості суб'єктивних оцінок є їх розсіяння.

Для визначення взаємозв'язку між ознаками, передусім на основі бальних оцінок, застосовуються методи рангової кореляції. Рангами називають числа натурального ряду, які згідно зі значеннями ознаки надаються елементам сукупності і певним чином упорядковують її. Ранжування проводиться за кожною ознакою окремо: перший ранг надається найменшому значенню ознаки, останній – найбільшому або навпаки. Кількість рангів дорівнює обсягу сукупності. З огляду на те, що рангова кореляція не потребує додержання будь-яких математичних передумов щодо розподілу ознак, зокрема вимоги нормальності розподілу, рангові оцінки щільності зв'язку доцільно використовувати для сукупностей невеликого обсягу, якими найчастіше і є економічні дані.

Тобто, ранги – це порядковий номер значення окремого фактора згідно поданих експертами чисел, в зростаючому чи убутному порядку. Наприклад, якщо для якогось фактора перший експерт постави значення 35, другий – 42, а третій – 23. Тоді ранги цих чисел в зростаючому порядку будуть відповідно 2, 3, 1.

Розглянемо деякі з методів непараметричної статистики, які дозволяють визначити рівень однастайності думок експертів. Адже чим більше узгоджені їх думки, тим більше ймовірність того, що прогнозовані експертами значення факторів є достовірними.

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (2.2)$$

де n – кількість факторів, x_i – ранг i -го фактора за думкою одного експерта, y_i – ранг того ж фактора за думкою іншого експерта.

Значущість коефіцієнта Спірмена перевіряється за допомогою розподілу Стюдента за рівнем значущості (довірчою ймовірністю) α та числу ступенів свободи $q = n - 2$. За цими значеннями знаходиться критичне значення критерію Стюдента $t_{кр}$. Потім вираховується величина так званої критичної точки

$$T_{сп} = t_{кр} \sqrt{\frac{1 - \rho^2}{n - 2}}, \quad (2.3)$$

яка і визначає рівень достовірності результатів опитування

Цей коефіцієнт має такі самі властивості, як і лінійний коефіцієнт кореляції: змінюється в межах від -1 до $+1$, водночас оцінює щільність зв'язку та вказує на його напрям.

Але при наявності співпадаючих значень рангів вищенаведена формула не працює. Тому замість неї використовують коефіцієнт кореляції рангів Кенделла, який порівнює ранги для всіх пар одиниць сукупності, що заздалегідь підпорядковані по значенню позначки x .

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^d \rho_{ij} - \frac{d(m-1)}{2})^2}{d^2(m^3 - m)}, \quad (2.4)$$

де d – кількість експертів, m – кількість критеріїв, ρ_{ij} – ранги.

Рівень значущості коефіцієнта Кенделла перевіряється за критерієм Пірсона χ^2 -квадрат. Для цього знаходиться табличне значення критерію за рівнем довірчої ймовірності α та числу ступенів свободи $q = m - 1$. Воно позначається як $\chi_{сп}^2$. Далі розраховується фактичне значення цього критерію

$$\chi_{ф}^2 = m(n - 1)W, \quad (2.5)$$

Якщо $\chi_{ф}^2 > \chi_{сп}^2$, то коефіцієнту конкордації можна довіряти. Висновки, отримані на його основі є достовірними.

Але незважаючи на всі переваги традиційних методів, основаних на формулах Спірмена і Кенделла, вони часто не дають змоги отримати потрібний результат при недостатній погодженості об'єктів по одному з вимірювань та малому обсязі сукупності вимірювань. Крім того, подані формули потребують обробки при тотожності рангів об'єктів.

Для рішення даної проблеми пропонується використовувати модифікований коефіцієнт конкордації

$$W = 1 - \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - x_i|}{n(k_i - 1)}, \quad (2.6)$$

де n – об'єм вибірки, k_i – кількість ознак по i -му елементу вибірки.

В разі, коли $\forall_i (k_i = n)$ вид (2.6) спрощується

$$W = 1 - \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - x_i|}{n(n-1)}, \quad (2.7)$$

Формула (2.7) є аналогом коефіцієнта Кенделла, але не має обмежень, що покладаються на неї. Наприклад, для знаходження кореляції між результатами, формула Кенделла потребує рангового перетворення з наступним усередненням показників для рівних рангів.

Модифікований коефіцієнт конкордації може працювати безпосередньо з вихідними даними. При цьому необхідно або зменшити все значення сукупності на величину мінімального значення, або привести (2.7) до виду

$$W = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - x_i|}{n(k - m)}, \quad (2.8)$$

де n – об'єм вибірки, k – максимально можливе значення ознаки, m – мінімально можливе значення ознаки.

Розраховані за формулами (2.4) – (2.7) критерії змінюються в межах від нуля до одиниці. В табл. 2.3 показано орієнтовні значення рівнів коефіцієнтів конкордації.

Таблиця 2.3

Шкала для коефіцієнтів рангової кореляції

Величина коефіцієнту	Градація рівня узгодженості
(0; 0,2)	думки практично неузгоджені
(0,2; 0,4)	слабка узгодженість думок
(0,4; 0,6)	помітна узгодженість думок
(0,6; 0,8)	хороша узгодженість думок
(0,8; 0,9)	сильна узгодженість думок
(0,9; 1)	дуже висока узгодженість, думки практично співпадають

Якщо значення коефіцієнтів є прийнятним, тоді і тільки тоді чисельні значення факторів можна усереднювати, отримуючи більш чи менш точне майбутнє значення ризику.

Щоб можна було скористатися цими формулами, в Excel є функція автоматично визначення рангів чисел у вибірці

РАНГ(Число;Адреси клітинок масиву;Тип)

Адреси клітинок масиву треба задавати як константи, тобто додавати до них символ \$. Тип = 0, якщо ранжування виконується у зростаючому порядку і Тип = 1, – якщо в убуваючому.

Приклад. Сім експертів подали свої оцінки чисельного значення економічних факторів X_1 та X_2 . Знайти міру узгодженості їх думок.

Чисельні значення експертних висновків наведено в табл. 2.4. Там же подано ранжування у зростаючому порядку їх значень за допомогою функції РАНГ електронних таблиць Excel.

Таблиця 2.4

Приклад розрахунку рангів

	№ експерта	1	2	3	4	5	6	7
Параметри	X_1	0,55	0,06	0,54	0,92	0,27	0,32	0,6
	X_2	0,78	0,77	0,98	0,14	0,93	0,29	0,78
Ранги	X_1	3	7	4	1	6	5	2
	X_2	3	5	1	7	2	6	4

Визначимо коефіцієнт рангової кореляції за критерієм Спірмена.

Чисельно, це матиме вигляд, скориставшись (2.2)

$$\rho = 1 - \frac{6[(3-3)^2 + (7-5)^2 + (4-1)^2 + (1-7)^2 + (6-2)^2 + (5-6)^2 + (2-4)^2]}{7(7^2 - 1)} = -0,25$$

Уже за модулем числа видно, що рівень однотайності думок експертів слабкий. Але знайдемо критичне значення цього критерію за (2.3) для довірчої ймовірності $\alpha = 0,95$ та числа степенів свободи $q = 7 - 2 = 5$.

Для цього скористаємося функцією Excel

СТЬЮДЕНТ.ОБР(довірча ймовірність;число степенів свободи)

Для нашого випадку $t_{кр.} = 2,015048$. Тоді, за формулою (2.3)

$$T_{кр} = 2,015048 \sqrt{\frac{1 - (-0,25)^2}{7 - 2}} = 0,872541541$$

Критична величина критерію говорить про те, що низький рівень узгодженості експертів є об'єктивним.

Тепер скористаємося критерієм Кенделла за (2.4) з урахування того, що $d = 2, m = 7$.

$$W = \frac{12 \left[\left(3+3 - \frac{2(7+1)}{2} \right)^2 + \left(7+5 - \frac{2(7+1)}{2} \right)^2 + \left(4+1 - \frac{2(7+1)}{2} \right)^2 + \left(1-7 - \frac{2(7+1)}{2} \right)^2 + \left(6+2 - \frac{2(7+1)}{2} \right)^2 + \left(5+6 - \frac{2(7+1)}{2} \right)^2 + \left(2+4 - \frac{2(7+1)}{2} \right)^2 \right]}{2^2(7^2-7)}$$

В результаті отримаємо, що $W = 0,375$, що, згідно табл. 2.3, також відповідає слабкій узгодженості думок. За (2.5) знайдемо

$$\chi_{\phi}^2 = 7(2-1)0.375 = 2,625$$

Скористаємося наступною функцією Excel для знаходження $\chi_{\text{кр}}^2$

ХИ2.ОБР(довірча ймовірність;число степенів свободи)

Отримане значення $\chi_{\text{кр}}^2 = 12,59159$ говорить про високу достовірність висновку щодо слабого рівня узгодженості думок експертів

Отже, міра узгодженості експертних оцінок двох економічних параметрів показує нам, що думки експертів не узгоджені, а отже, їх не можна усереднювати. Потрібно залучити більше експертів і провести повторне опитування.

2.3. Індивідуальні завдання №2

Завдання: Вивчити методи розрахунків міри узгодженості експертних оцінок.

Порядок виконання: для визначення свого варіанту студент використовує номер за списком навчальної групи і обирає дані з табл. 2.5.

Методичні вказівки: П'ять експертів подали свої думки щодо семи економічних параметрів. Визначити міру узгодженості думок експертів всіма описаними вище критеріями. Розрахувати критеріальні параметри за Стюdentом та Пірсоном.

Таблиця 2.5

Варіанти завдань

№ п/п	№ експерта	Фактори, що оцінюються						
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
1	1	0,29	340	2710	304,92	8368,7	4,98953	4,43939
	2	0,73	370	2770	279,51	8483,3	7,67620	3,10606
	3	0,69	470	2780	415,03	4098,3	5,47801	1,90909
	4	0,54	290	1280	145,68	4728,9	4,74529	1,86363
	5	0,64	340	1460	272,73	5674,6	5,61758	1,84848

№ п/п	№ експерта	Фактори, що оцінюються						
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
2	1	0,82	430	2590	164,31	5416,7	4,50104	4,46969
	2	0,29	270	2870	492,95	3525,1	10,8513	2,98484
	3	0,52	860	1920	528,52	4069,7	9,24633	3,19697
	4	0,31	380	2830	135,52	4470,9	8,51360	4,33333
	5	0,54	790	2770	133,82	3926,4	4,67550	4,65151
3	1	0,49	750	3100	247,32	5560,0	8,65317	3,62121
	2	0,49	380	1850	152,46	5760,6	4,04745	1,62121
	3	0,38	290	840	138,90	4958,1	10,5722	1,34848
	4	0,57	860	2030	218,52	8769,9	10,9909	3,28787
	5	0,26	620	1450	203,28	8827,2	9,76971	2,43939
4	1	0,26	390	2420	526,83	2636,7	3,24494	4,09090
	2	0,29	760	1170	164,31	5846,6	8,09490	4,40909
	3	0,75	640	1890	531,91	5216,1	10,1535	1,68181
	4	0,54	860	2880	177,87	5846,6	3,21004	4,07575
	5	0,52	360	2730	238,85	5531,3	3,66364	4,65151
5	1	0,46	460	2300	442,13	4528,2	6,38520	3,83333
	2	0,5	470	1560	282,89	3238,5	3,83810	3,09090
	3	0,34	330	2070	430,27	7050,3	3,03559	2,39393
	4	0,76	400	850	509,89	6706,4	8,19958	3,10606
	5	0,76	890	1140	164,31	5674,6	5,58269	3,54545
6	1	0,41	510	2140	218,52	8941,9	10,2233	3,31818
	2	0,33	400	1270	226,99	5359,4	5,26866	4,45454
	3	0,74	630	2670	440,44	8769,9	4,67550	2,15151
	4	0,57	490	810	159,23	5703,3	3,38450	2,92424
	5	0,67	460	3060	181,25	4155,7	4,53593	1,98484
7	1	0,42	580	1810	399,78	5101,4	8,12979	4,34848
	2	0,7	800	3040	362,51	5646,0	2,79134	1,54545
	3	0,46	570	2950	459,07	8082,1	3,52407	1,62121
	4	0,52	360	1810	499,73	7766,8	3,83810	3,92424
	5	0,68	790	1610	481,09	2206,8	10,0837	1,40909
8	1	0,5	440	2510	333,71	5273,4	7,53663	4,77272
	2	0,65	350	860	282,89	3840,4	9,63014	1,90909
	3	0,88	550	2350	506,50	8282,7	8,33914	3,25757
	4	0,46	430	1830	171,09	5187,4	7,11793	1,90909
	5	0,89	750	3090	501,42	8082,1	6,35031	3,30303
9	1	0,54	800	1670	242,24	7222,3	10,5024	1,78787
	2	0,54	250	1870	154,15	7136,3	8,82763	1,68181
	3	0,62	540	790	169,4	4213,0	6,55966	4,66666
	4	0,76	440	1750	169,4	7938,8	8,16468	3,06060
	5	0,88	820	1000	262,57	4814,8	2,89602	3,75757
10	1	0,7	520	2690	154,15	5273,4	10,3977	3,87878
	2	0,39	600	1460	525,14	4213,0	4,53593	3,42424
	3	0,38	490	3130	469,23	7021,7	9,24633	4,27272
	4	0,64	870	890	499,73	6419,8	6,35031	4,39393

№ п/п	№ експерта	Фактори, що оцінюються						
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
	5	0,77	440	1900	398,09	4127,0	10,7117	3,33333
11	1	0,51	610	2180	160,93	4786,2	7,78087	4,46969
	2	0,81	270	1580	453,99	2522,0	4,71039	3,07575
	3	0,79	730	2110	406,56	3353,2	8,09490	3,62121
	4	0,54	280	2890	311,69	4814,8	7,32728	3,5
	5	0,53	760	1190	176,17	7824,1	4,32658	3,98484
12	1	0,45	440	1390	359,12	8426,0	7,57152	2,51515
	2	0,83	540	1670	282,89	4012,4	10,3279	3,27272
	3	0,51	330	1200	489,56	7967,4	10,3279	2,90909
	4	0,3	500	2220	506,50	7222,3	4,60572	2,98484
	5	0,88	460	3060	237,16	6591,8	4,46615	1,77272
13	1	0,74	470	2290	411,64	3066,6	9,56036	1,63636
	2	0,6	660	2820	374,37	4069,7	9,59525	4,71212
	3	0,31	540	1290	425,19	4413,6	7,88555	1,80303
	4	0,82	680	1020	477,70	6219,2	6,38520	1,83333
	5	0,62	720	1690	340,49	6104,5	10,8513	3,63636
14	1	0,67	750	1980	238,85	6161,9	8,19958	3,86363
	2	0,5	800	2650	477,70	7766,8	9,69993	2,27272
	3	0,73	810	1910	421,80	3381,8	4,98953	1,60606
	4	0,67	700	2610	442,13	3496,5	9,66503	3,46969
	5	0,31	630	1740	333,71	5416,7	9,42079	2,75757
15	1	0,37	410	1260	362,51	8941,9	2,86113	2,28787
	2	0,88	850	1170	216,83	2206,8	5,58269	4,60606
	3	0,72	490	2410	413,33	7021,7	6,00139	2,30303
	4	0,5	570	1960	496,34	3553,8	7,43196	4,22727
	5	0,61	850	2380	513,28	4184,3	5,86182	2,16666
16	1	0,29	340	2710	304,92	8368,7	4,98953	4,43939
	2	0,73	370	2770	279,51	8483,3	7,67620	3,10606
	3	0,69	470	2780	415,03	4098,3	5,47801	1,90909
	4	0,54	290	1280	145,68	4728,9	4,74529	1,86363
	5	0,64	340	1460	272,73	5674,6	5,61758	1,84848
17	1	0,82	430	2590	164,31	5416,7	4,50104	4,46969
	2	0,29	270	2870	492,95	3525,1	10,8513	2,98484
	3	0,52	860	1920	528,52	4069,7	9,24633	3,19697
	4	0,31	380	2830	135,52	4470,9	8,51360	4,33333
	5	0,54	790	2770	133,82	3926,4	4,67550	4,65151
18	1	0,49	750	3100	247,32	5560,0	8,65317	3,62121
	2	0,49	380	1850	152,46	5760,6	4,04745	1,62121
	3	0,38	290	840	138,90	4958,1	10,5722	1,34848
	4	0,57	860	2030	218,52	8769,9	10,9909	3,28787
	5	0,26	620	1450	203,28	8827,2	9,76971	2,43939
19	1	0,26	390	2420	526,83	2636,7	3,24494	4,09090
	2	0,29	760	1170	164,31	5846,6	8,09490	4,40909
	3	0,75	640	1890	531,91	5216,1	10,1535	1,68181

№ п/п	№ експерта	Фактори, що оцінюються						
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
	4	0,54	860	2880	177,87	5846,6	3,21004	4,07575
	5	0,52	360	2730	238,85	5531,3	3,66364	4,65151
20	1	0,46	460	2300	442,13	4528,2	6,38520	3,83333
	2	0,5	470	1560	282,89	3238,5	3,83810	3,09090
	3	0,34	330	2070	430,27	7050,3	3,03559	2,39393
	4	0,76	400	850	509,89	6706,4	8,19958	3,10606
	5	0,76	890	1140	164,31	5674,6	5,58269	3,54545
21	1	0,41	510	2140	218,52	8941,9	10,2233	3,31818
	2	0,33	400	1270	226,99	5359,4	5,26866	4,45454
	3	0,74	630	2670	440,44	8769,9	4,67550	2,15151
	4	0,57	490	810	159,23	5703,3	3,38450	2,92424
	5	0,67	460	3060	181,25	4155,7	4,53593	1,98484
22	1	0,42	580	1810	399,78	5101,4	8,12979	4,34848
	2	0,7	800	3040	362,51	5646,0	2,79134	1,54545
	3	0,46	570	2950	459,07	8082,1	3,52407	1,62121
	4	0,52	360	1810	499,73	7766,8	3,83810	3,92424
	5	0,68	790	1610	481,09	2206,8	10,0837	1,40909
23	1	0,5	440	2510	333,71	5273,4	7,53663	4,77272
	2	0,65	350	860	282,89	3840,4	9,63014	1,90909
	3	0,88	550	2350	506,50	8282,7	8,33914	3,25757
	4	0,46	430	1830	171,09	5187,4	7,11793	1,90909
	5	0,89	750	3090	501,42	8082,1	6,35031	3,30303
24	1	0,54	800	1670	242,24	7222,3	10,5024	1,78787
	2	0,54	250	1870	154,15	7136,3	8,82763	1,68181
	3	0,62	540	790	169,4	4213,0	6,55966	4,66666
	4	0,76	440	1750	169,4	7938,8	8,16468	3,06060
	5	0,88	820	1000	262,57	4814,8	2,89602	3,75757
25	1	0,7	520	2690	154,15	5273,4	10,3977	3,87878
	2	0,39	600	1460	525,14	4213,0	4,53593	3,42424
	3	0,38	490	3130	469,23	7021,7	9,24633	4,27272
	4	0,64	870	890	499,73	6419,8	6,35031	4,39393
	5	0,77	440	1900	398,09	4127,0	10,7117	3,33333
26	1	0,51	610	2180	160,93	4786,2	7,78087	4,46969
	2	0,81	270	1580	453,99	2522,0	4,71039	3,07575
	3	0,79	730	2110	406,56	3353,2	8,09490	3,62121
	4	0,54	280	2890	311,69	4814,8	7,32728	3,5
	5	0,53	760	1190	176,17	7824,1	4,32658	3,98484
27	1	0,45	440	1390	359,12	8426,0	7,57152	2,51515
	2	0,83	540	1670	282,89	4012,4	10,3279	3,27272
	3	0,51	330	1200	489,56	7967,4	10,3279	2,90909
	4	0,3	500	2220	506,50	7222,3	4,60572	2,98484
	5	0,88	460	3060	237,16	6591,8	4,46615	1,77272
28	1	0,74	470	2290	411,64	3066,6	9,56036	1,63636
	2	0,6	660	2820	374,37	4069,7	9,59525	4,71212

№ п/п	№ експерта	Фактори, що оцінюються						
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
	3	0,31	540	1290	425,19	4413,6	7,88555	1,80303
	4	0,82	680	1020	477,70	6219,2	6,38520	1,83333
	5	0,62	720	1690	340,49	6104,5	10,8513	3,63636
29	1	0,67	750	1980	238,85	6161,9	8,19958	3,86363
	2	0,5	800	2650	477,70	7766,8	9,69993	2,27272
	3	0,73	810	1910	421,80	3381,8	4,98953	1,60606
	4	0,67	700	2610	442,13	3496,5	9,66503	3,46969
	5	0,31	630	1740	333,71	5416,7	9,42079	2,75757
30	1	0,37	410	1260	362,51	8941,9	2,86113	2,28787
	2	0,88	850	1170	216,83	2206,8	5,58269	4,60606
	3	0,72	490	2410	413,33	7021,7	6,00139	2,30303
	4	0,5	570	1960	496,34	3553,8	7,43196	4,22727
	5	0,61	850	2380	513,28	4184,3	5,86182	2,16666

Контрольні запитання

1. Для чого використовується тест за критерієм Стюдента?
2. Які ви знаєте критерії міри узгодженості експертних оцінок?
3. Чому критерій Кендалла краще працює в умовах рівності рангів?
4. Як організувати експертне опитування?
5. Що таке «метод Дельфі»?
6. Чому метод експертного оцінювання вважається основним при визначенні рівня ризику?

В розділі було розглянуто організаційні методи опитування експертів, типи таблиць, в які заносяться результати опитування. Також подано приклади розрахунку міри узгодженості за Спірменом та Кендаллом.

3. ПОКАЗНИКИ РИЗИКУ ТА МЕТОДИ ЙОГО ОЦІНКИ

Вивчивши матеріали цього розділу студенти узнають, яким чином можна визначити рівень ризикованості різних фінансово-економічних проектів.

3.1. Статистичні методи

Безсумнівно, що ризик є імовірнісна категорія, і є цьому сенсі найбільш обґрунтовано з наукових позицій характеризувати і виміряти його як імовірність виникнення певного рівня втрат.

Строго кажучи, при всебічній оцінці ризику варто було б встановлювати для кожного абсолютного або відносного значення величини можливих втрат відповідну ймовірність виникнення такої величини.

Побудова кривої ймовірностей (або таблиці) покликана бути вихідною стадією оцінки ризику. Але стосовно до підприємництва це найчастіше за все надзвичайно складне завдання. Тому практично доводиться обмежуватися спрощеними підходами, оцінюючи ризик за одним або кількома, показниками, які представляють узагальнені характеристики, найбільш важливі для судження про прийнятність ризику.

Розглянемо деякі з головних показників ризику. З цією метою спочатку виділимо певні області або зони ризику в залежності від величини втрат (рис. 3.1).

Область, в якій втрати не очікуються, назвемо безризиковою зоною, їй відповідають нульові втрати або негативні (тобто – прибуток).

Під зоною допустимого ризику будемо розуміти область, у межах якої даний вид підприємницької діяльності зберігає свою економічну доцільність. Втрати мають місце, але вони менше очікуваного прибутку.

Межа зони допустимого ризику відповідає рівню втрат, рівному розрахункового прибутку від підприємницької діяльності.

Наступну більш небезпечну область будемо називати зоною критичного ризику. Це область, яка характеризується можливістю втрат, що перевищують величину очікуваного прибутку, аж до величини повної розрахункової виручки від підприємництва, що представляє суму витрат і прибутку.

Інакше кажучи, зона критичного ризику характеризується небезпекою втрат, які свідомо перевищують очікуваний прибуток і в максимумі можуть призвести до втрати всіх коштів, вкладених, підприємцем у справу. В останньому випадку підприємець не тільки не отримує ніякого доходу, але несе збитки.

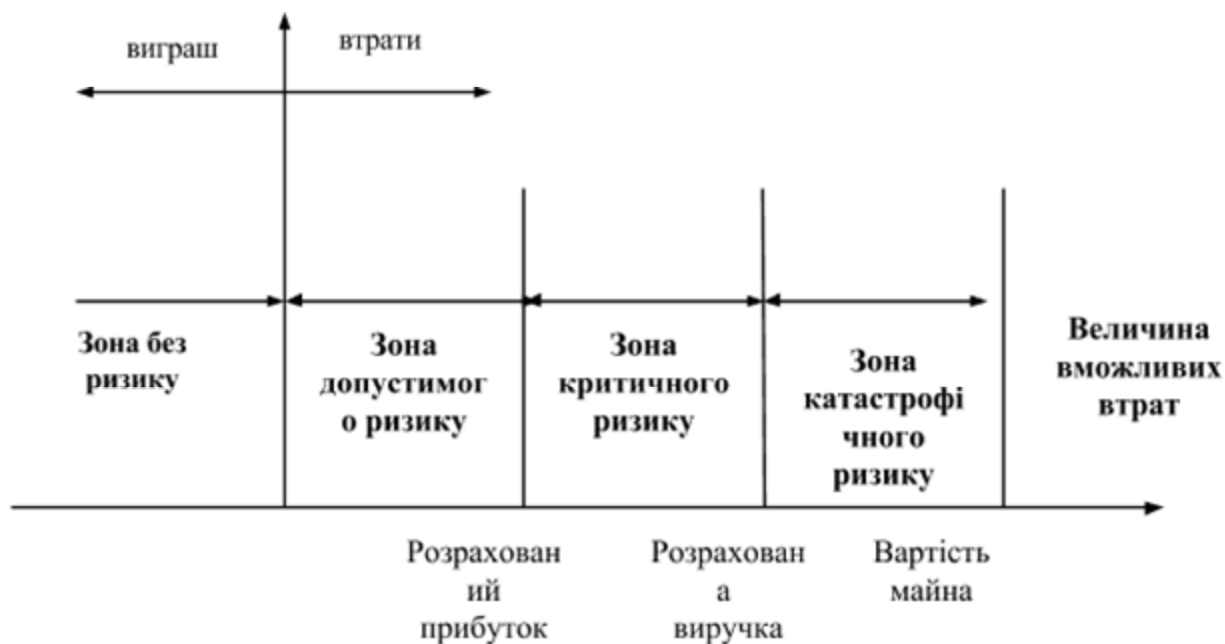


Рис. 3.1 – Зони ризику

Крім критичного, доцільно розглянути ще більш страхітливий катастрофічний ризик. Зона катастрофічного ризику представляє область втрат, які за своєю величиною перевершують критичний рівень і в максимумі можуть досягати величини, рівної майновому стану підприємця. Катастрофічний ризик здатний привести до краху, банкрутства підприємства, його закриття і розпродажу майна.

До категорії катастрофічного слід відносити незалежно від майнового або грошового збитку ризик, пов'язаний з прямою небезпекою для життя людей або виникненням екологічних катастроф.

Найбільш повне уявлення про ризик дає так звана крива розподілу ймовірностей втрати або графічне зображення залежності ймовірності втрат від їх рівня, що показує, наскільки ймовірно виникнення тих чи інших втрат.

Щоб встановити вид типовою кривої ймовірності втрат, розглянемо прибуток як випадкову величину і побудуємо спочатку криву розподілу ймовірностей отримання певного рівня прибутку (рис. 3.2).

При побудові кривої розподілу ймовірностей отримання прибутку прийняті наступні припущення.

1. Найбільш ймовірно отримання прибутку, рівний розрахунковій величині – **ПРР**. Імовірність (**Вр**) одержання такого прибутку максимальна, відповідно значення **ПРР** можна вважати математичним сподіванням прибутку. Імовірність отримання прибутку, більшою чи меншою в порівнянні з розрахунковою, тим нижче, чим більше такий прибуток відрізняється від розрахункового. Значення ймовірностей відхилення від розрахункового прибутку монотонно убувають при зростанні відхилень.

2. Втратами прибутку ($\Delta ПР$) вважається її зменшення порівняно з розрахунковою величиною $ПРР$. Якщо реальна прибуток дорівнює $ПР$, то $\Delta ПР = Прр - ПР$.

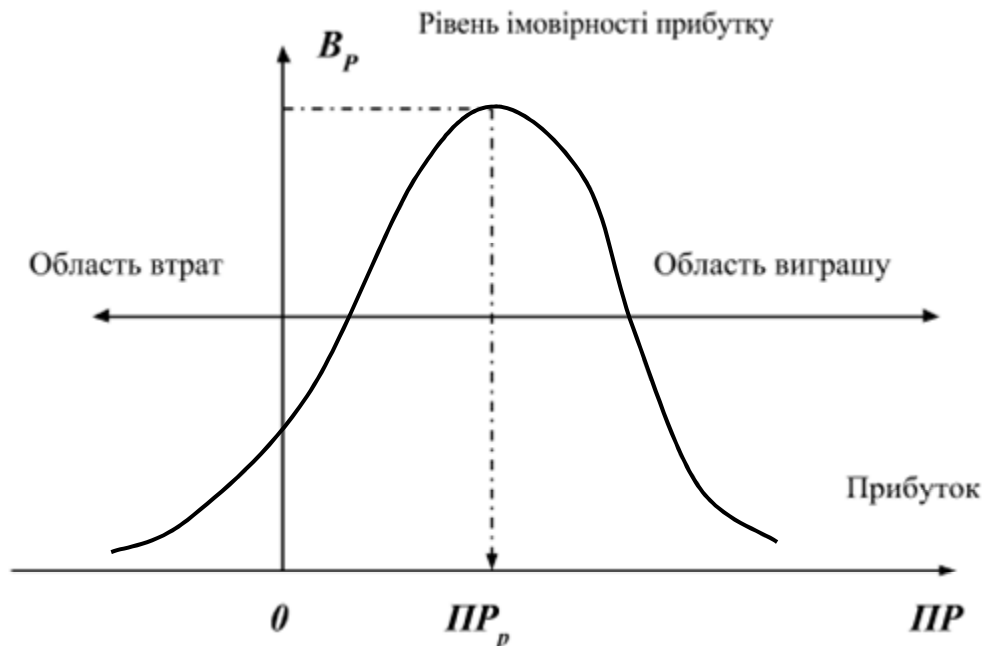


Рис. 3.2 – Типова крива ймовірностей отримання певного рівня прибутку

3. Імовірність великих (теоретично нескінченних) втрат практично дорівнює нулю, оскільки втрати свідомо мають верхню межу (виключаючи втрати, які не представляється можливим оцінити кількісно).

Звичайно, прийняті допущення в якійсь мірі спірні, бо вони дійсно можуть не дотримуватися для всіх видів ризику. Але, загалом, вони вірно відображають загальні закономірності зміни підприємницького ризику і базуються на гіпотезі, що прибуток як випадкова величина підпорядкована нормальному або близькому до нормального закону розподілу.

Виходячи з кривої ймовірностей отримання прибутку, побудуємо криву розподілу ймовірностей можливих втрат прибутку, яку, власне, і слід називати кривою ризику. Фактично це та ж крива, але побудована в іншій системі координат, де по осі абсцис підкладено величину - (рис. 3.3).

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

Перша точка ($\Delta ПР = 0$ і $B = B_p$) визначає ймовірність нульових втрат прибутку. Відповідно до прийнятих допущення ймовірність нульових втрат максимальна, хоча, звичайно, менше одиниці.

Друга точка ($\Delta ПР = Прр$ і $B = B_d$) характеризується величиною можливих втрат, рівній очікуваного прибутку, тобто повну втрату прибутку, ймовірність якої дорівнює B_d .

Точки 1 і 2 є граничними, що визначають положення зони допустимого ризику.

Третя точка ($\Delta ПР = Вр$ і $В = Вкр$) відповідає величині втрат, рівних розрахункової виручки $Вр$. Імовірність таких втрат дорівнює $Вкр$.

Точки 2 і 3 визначають межі зони критичного ризику.

Четверта точка ($\Delta ПР = ІС$ і $В = Вкт$ характеризується втратами, рівними майновому ($ІС$) станом підприємця, імовірність яких дорівнює $Вкт$.

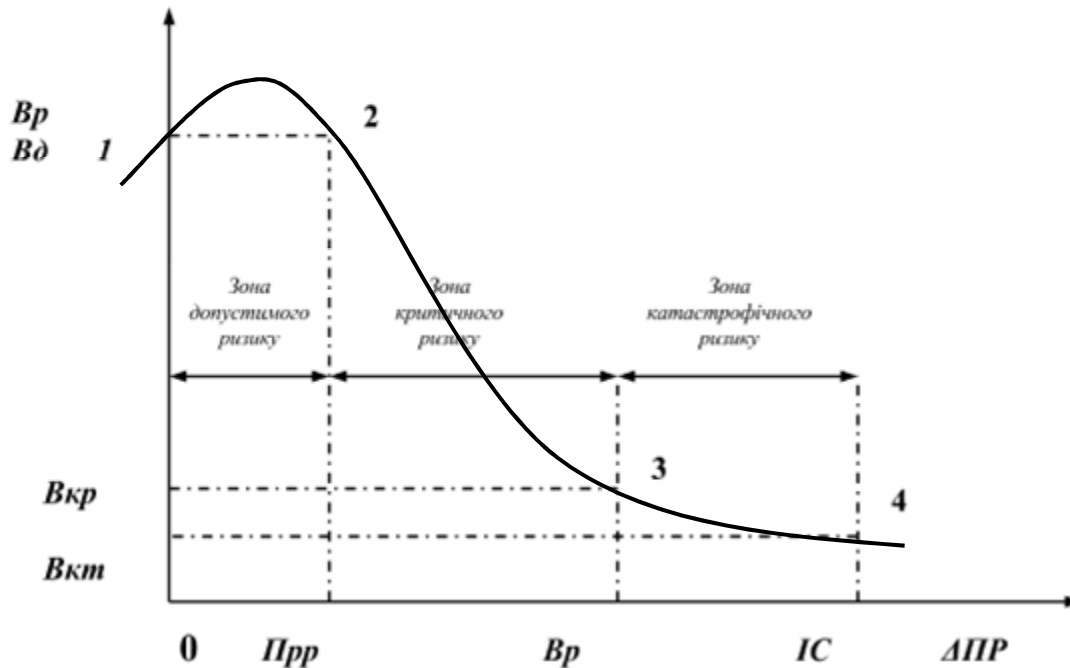


Рис. 3.3 – Типова крива розподілу ймовірностей виникнення певного рівня втрат прибутку.

Між точками 3 і 4 знаходиться зона катастрофічного ризику.

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

Ймовірності певних рівнів втрат є важливими показниками, що дозволяють висловлювати судження про очікуване ризик і його прийнятності, тому побудовану криву можна назвати кривою ризику.

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

Таким чином, якщо при оцінці ризику підприємницької діяльності вдається побудувати не всю криву ймовірностей ризику, а тільки встановити чотири характерні точки (найбільш імовірний рівень ризику та ймовірності допустимої, критичної і катастрофічної втрати), то завдання такої оцінки можна вважати успішно вирішеною.

Значення цих показників у принципі достатньо, щоб в переважній більшості випадків йти на обґрунтований ризик.

Підприємцю більш властиво оцінювати ризики не за точками, а підхід за інтервалами. Йому важливо знати не тільки, що ймовірність втратити 1000 грн. в запланованій угоді становить, скажімо, 0,1 або 10%. Він буде також цікавитися, наскільки ймовірно втратити суму, що лежить в певних межах (в інтервалі, наприклад, від 1000 до 1500 грн).

Наявність кривої ймовірності втрати дозволяє відповісти на таке питання.

Оскільки ця крива є аналогом щільності розподілу (гістограми), потрібно з неї створити кумуляту.

Для цього за формулою:

$$F(d_i) = \sum_{l=0}^{i-1} k_l \quad (3.1)$$

де, p_l – ймовірність; i – номер діапазону для якого знаходиться значення кумуляти ($1 \leq i \leq d_i$). Ці точки потім можна описати кривою виду

$$y = a \ln(x) + b, \quad (3.2)$$

Тоді, ймовірність попадання значень прибутку в наперед визначений діапазон ($\Delta PP_1 \leq \Delta PP \leq \Delta PP_2$), може бути знайдене як

$$P(\Delta PP_1 \leq \Delta PP \leq \Delta PP_2) = F(\Delta PP_2) - F(\Delta PP_1), \quad (3.3)$$

У процесі прийняття підприємцем рішень про допустимість і доцільності ризику йому важливо представляти не стільки ймовірність певного рівня втрат, скільки ймовірність того, що втрати не перевищать деякого рівня. За логікою саме це і є основний показник ризику.

Ймовірність того, що втрати не перевищать певного рівня, є показник надійності, впевненості, Очевидно, що показники ризику та надійності підприємницької справи тісно пов'язані між собою.

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

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

Знання показників ризику – **ВР, Вд, Вкр, Вкт** – дозволяє прийняти рішення про здійснення цього фінансово-економічного проекту. Але для такого рішення недостатньо оцінити значення показників (ймовірностей) допустимого, критичного і катастрофічного ризику. Треба ще встановити або прийняти граничні величини цих показників, вище яких вони не повинні підніматися, щоб не потрапити в зону надмірного, неприйняттого ризику.

Позначимо граничні значення ймовірностей виникнення припустимого, критичного і катастрофічного ризику відповідно *Kd*, *Kкр*, *Kкт*. Величини цих показників у принципі повинна встановлювати і рекомендувати прикладна теорія підприємницького ризику, а й сам підприємець має право призначити свої власні граничні рівні ризику, які він не має наміру перевищувати.

Можна орієнтуватися на такі граничні значення показників ризику *Kd* = 0,1; *Kкр* = 0,01; *Kкт* = 0,001, тобто відповідно 10, 1 і 0,1%. Це означає, що не слід йти на підприємницьку угоду, якщо в 10 випадках зі ста можна втратити весь прибуток, в одному випадку зі ста втратити виторг і хоча б в одному випадку з тисячі втратити майно.

У підсумку, маючи значення трьох показників ризику та критеріїв граничного ризику, сформулюємо самі загальні умови прийнятності аналізованого виду підприємництва:

Показник допустимого ризику не повинен перевищувати граничного значення (*Vd* < *Kd*).

Показник критичного ризику повинен бути менше граничної величини (*Vкр* < *Kкр*).

Показник катастрофічного ризику не повинен бути вище граничного рівня (*Vкт* < *Kкт*).

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

Розглянемо тепер способи, які можуть бути застосовані для побудови кривих ймовірностей виникнення втрат.

У числі прикладних способів побудови кривої ризику виділимо статистичний, експертний, розрахунково-аналітичний.

Статистичний спосіб полягає в тому, що вивчається статистика втрат, що мали місце в аналогічних видах підприємницької діяльності, встановлюється частота появи певних рівнів втрат.

Якщо статистичний масив досить представницький, то частоту виникнення даного рівня втрат можна в першому наближенні прирівняти до ймовірності їх виникнення і на цій основі побудувати криву ймовірностей втрат, яка і є шукана крива ризику.

Визначаючи частоту виникнення деякого рівня втрат шляхом ділення числа відповідних випадків на їх загальне число, слід включати в загальне число випадків і ті підприємницькі угоди, в яких втрат не було, а був виграш, тобто перевищення розрахункового прибутку. Інакше показники ймовірностей втрат і погрози ризику виявляться завищеними.

Експертна спосіб, відомий під назвою методу експертних оцінок, стосовно до підприємницького ризику може бути реалізований шляхом обробки думок досвідчених підприємців або фахівців.

Найбільш бажано, щоб експерти дали свої оцінки ймовірностей виникнення певних рівнів втрат, за якими потім можна було б знайти середні

значення експертних оцінок і з їх допомогою побудувати криву розподілу ймовірностей.

Складність використання експертних оцінок полягає в тому, що експерти не дають оцінки ймовірності отримання певного рівня прибутку такими чином, щоб сума цих ймовірностей дорівнювала одиниці. Ця вимога витікає з очевидного факту того, що перелік можливих значень прибутку складає повну систему подій, для якої завжди дотримується вимога

$$\sum_{i=1}^D p_i = 1 \quad (3.4)$$

де D – кількість значень ймовірності.

Ця проблема вирішується корегуванням ймовірностей за алгоритмом

$$p_i' = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^D p_i} \quad (3.5)$$

де p_i' – нове значення ймовірності, p_i – значення ймовірності для i -го рівня прибутку.

Можна далі обмежитися отриманням експертних оцінок ймовірностей виникнення певного рівня втрат у чотирьох характерних точках. Іншими словами, треба встановити експертним чином показники найбільш можливих допустимих, критичних та катастрофічних втрат, маючи на увазі, як їх рівні, так і ймовірності.

За цим чотирьом характерним точкам нескладно відтворити орієнтовно всю криву розподілу ймовірностей втрат.

Приклад. В табл. 3.1 подано розрахунки та оцінки експертів щодо можливого прибутку певної фінансово-економічної операції.

Таблиця 3.1

Розраховани й прибуток	Розрахована виручка	Вартість майна	Прогнозований прибуток/ Ймовірність його отримання				
			112	-48	94	104	42
102,3	682	4697	0,58	0,74	0,5	0,96	0,44

Після застосування (3.5) отримаємо наступний рівень скорегованих ймовірностей

Параметр	Прогнозований прибуток/ Імовірність його отримання				
	Pr				
Pr	112	-48	94	104	42
p_i	0,58	0,74	0,5	0,96	0,44
p_i	0,18012 4	0,22981 4	0,1552 8	0,29813 7	0,13664 6

Наступною складністю є розстановка оцінок прибутку не в зростаючому порядку, тому ці дані потрібно відсортувати і знайти ΔIIP .

Pr	-48	42	94	104	112
p_i	0,2298 1	0,1366 5	0,1552 8	0,2981 4	0,1801 2
ΔIIP	150,3	60,3	8,3	-1,7	-9,7

На рис.3.4 представлено готовий графік залежності імовірності від ΔIIP .

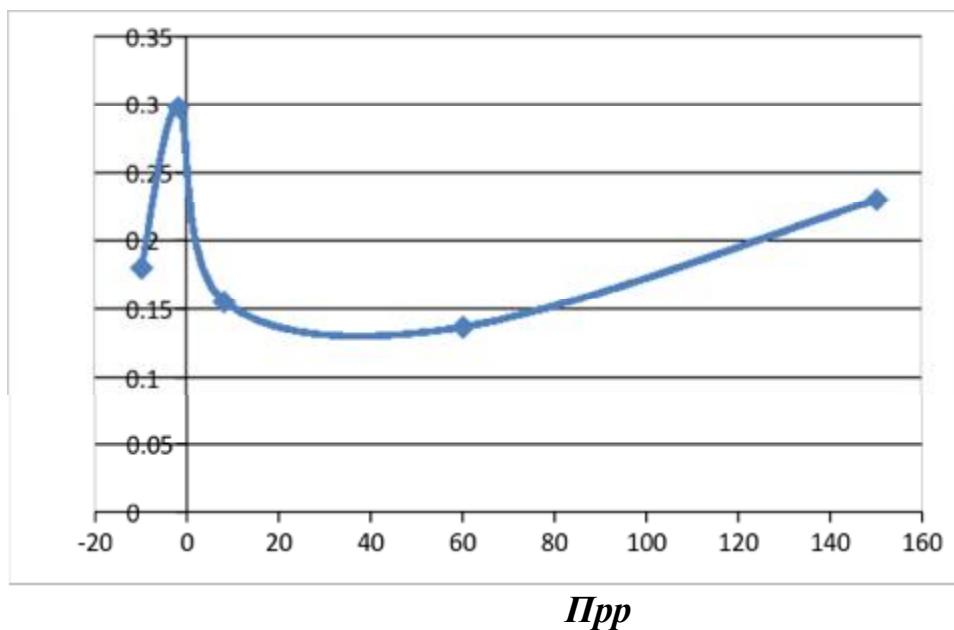


Рис. 3.4 – Графік ймовірностей перевищення ризику на прибутком

З графіку видно, що основні прогнози експертів говорять про більш або менш успішний результат проекту.

Побудуємо тепер кумуляту за (3.1) і опишемо її логарифмоїдою (рис. 3.5).

Маємо
$$p = 0,1274 \ln(\Delta IIP + 10) + 0,0299.$$

Тепер ми можемо знайти ймовірність того, що значення приросту прибутку ΔIIP буде коливатися в межах від 50 до 150.

$$\begin{aligned}
 p &= 0,1274 \ln(150+10) - 0,1274 \ln(50+10) = \\
 &= 0,1274 [\ln(150+10) - \ln(50+10)] = 0,125.
 \end{aligned}$$

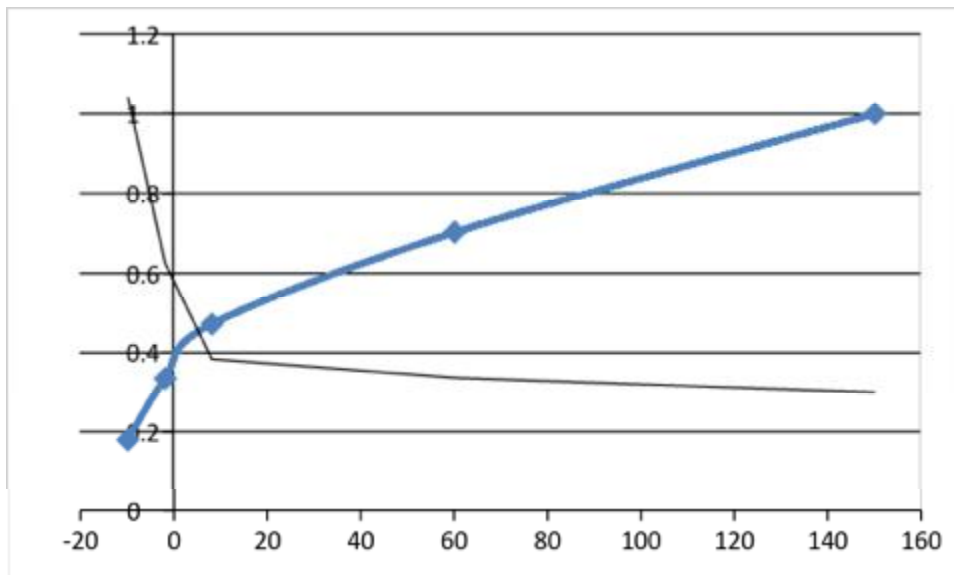


Рис. 3.5– Кумулята для залежності ймовірності від $\Delta \Pi P$.

3.2. Методи кількісного визначення ризику

Найбільш поширена точка зору, згідно з якою мірою ризику деякого комерційного (фінансового) рішення або операції потрібно вважати середнє квадратичне відхилення (позитивний квадратний корінь з дисперсії) значення показника ефективності цього рішення або операції. Дійсно, оскільки ризик зумовлений недетермінованістю виходу рішення (операції), то, чим менше розкид (дисперсія) результату рішення, тим більше він передбачуваний, тобто менше ризик. Якщо варіація (дисперсія) результату рівна нулю, ризик повністю відсутній. Наприклад, в умовах стабільної економіки операції з державними цінними паперами вважаються безризиковими.

Частіше показником ефективності фінансового рішення (операції) служить прибуток.

При дослідженні ризику операції зустрічаємося з фундаментальним твердженням:

Твердження А. Кількісна оцінка ризику операції можлива тільки при ймовірнісній характеристиці множини виходів операції.

Нехай є два проекти A і B , в які вказана особа може вкласти кошти. Проект A в певний момент в майбутньому забезпечує випадкову величину прибутку. Припустимо, що її середнє очікуване значення, математичне сподівання, рівне m_A з дисперсією S_A^2 . Для проекту B ці числові характеристики прибутку як випадкової величини передбачаються рівними відповідно m_B і S_B^2 . Середні квадратичні відхилення рівні відповідно S_A і S_B .

Можливі наступні випадки:

- $m_A = m_B$, $S_A < S_B$, потрібно вибрати проект A ;
- $m_A > m_B$, $S_A < S_B$, потрібно вибрати проект A ;

- с) $m_A > m_B, S_A = S_B$, потрібно вибрати проект A ;
- д) $m_A > m_B, S_A > S_B$
- е) $m_A < m_B, S_A < S_B$.

В останніх двох випадках рішення щодо вибору проекту A або B залежить від відношення до ризику особи, що ухвалює рішення (далі – ОУР). Зокрема, у випадку d проект A забезпечує більш високий середній прибуток, однак він і більш ризикований. Вибір при цьому визначається тим, якою додатковою величиною середнього прибутку компенсується для ОУР задане збільшення ризику. У випадку e для проекту A ризик менший, але й очікуваний прибуток менший.

Хоч середнє квадратичне відхилення ефективності рішення й використовується часто як міра ризику, воно не зовсім точно відображає реальність. Можливі ситуації, при яких варіанти забезпечують приблизно однаковий середній прибуток і мають однакові середні квадратичні відхилення прибутку, однак не є в рівній мірі ризикованими. Дійсно, якщо під ризиком розуміти ризик розорення, то величина ризику повинна залежати від величини початкового капіталу ОУР або фірми, яку вона представляє.

3.2.1. Ризик окремої операції

Оскільки ми хочемо кількісно оцінити ризикованість операції, а це неможливо зробити без імовірнісної характеристики операції, то її виходам припишемо ймовірності та оцінимо кожний вихід прибутком, який ОУР отримує при цьому виході. У результаті отримаємо випадкову величину Q , яку природно назвати випадковим прибутком операції, або просто випадковим прибутком. Поки обмежимося дискретною випадковою величиною (д.в.в.):

$$Q: \begin{array}{|c|} \hline q_1 \\ \hline p_1 \\ \hline \end{array} \quad * * * \quad \begin{array}{|c|} \hline q_i \\ \hline p_i \\ \hline \end{array} \quad * * * \quad \begin{array}{|c|} \hline q_n \\ \hline p_n \\ \hline \end{array}$$

де q_i – прибуток, p_i – імовірність цього прибутку, n – кількість можливих наслідків цієї операції.

Операцію та випадкову величину, що її представляє, - випадковий прибуток - будемо ототожнювати при необхідності, вибираючи з цих двох термінів більш зручний у конкретній ситуації.

Середній очікуваний прибуток – це математичне сподівання в.в. Q , використовується також назва “ефективність операції”.

$$m_Q = \sum_{i=1}^n q_i p_i. \tag{3.6}$$

Дисперсія операції – дисперсія в.в. Q .

$$D_Q = \sum_{i=1}^n q_i^2 p_i - m_Q^2 \quad (3.7)$$

Середнє квадратичне відхилення в.в. Q , тобто $\sigma[Q] = \sqrt{D[Q]}$, позначається також σ_Q .

Середнє арифметичне значень, прийнятих в.в. у довгій серії дослідів, приблизно дорівнює її математичному сподіванню.

Ризиком операції називається число σ_Q – середнє квадратичне відхилення випадкового прибутку операції Q . Позначається також r_Q .

Твердження. В. При збільшенні масштабу операції в k разів, тобто при збільшенні всіх значень випадкового прибутку в k разів, ефективність операції збільшується в k разів, ризик – в \sqrt{k} разів.

Твердження. С. При зміні всіх прибутків на одне і те ж постійне число ефективність операції також змінюється на це число, а ризик не змінюється.

Твердження. Д. Нехай операції Q_1 і Q_2 корельовані, тоді для двох довільних операцій Q_1 і Q_2 ризик сумарної операції рівний $\sigma[r_1^2 + r_2^2 + 2 r_1 r_2 k_{12}]$, де k_{12} – коефіцієнт кореляції випадкових прибутків операцій; помітимо, що $|k_{12}| \leq 1$; з цієї формули випливає, що ризик сумарної операції може бути як більше величини $r_1 + r_2$ (якщо $k_{12} > 0$, при так званій позитивній кореляції прибутків операцій), так і менше цієї величини (якщо $k_{12} < 0$, при негативній кореляції прибутків операцій).

3.2.2. Деякі загальні вимірники ризику

Нехай відома функція розподілу F випадкового прибутку операції Q . Знаючи її, можна додати значення наступним питанням і відповісти на них.

1. Яка ймовірність того, що прибуток операції буде менш заданого s ? Можна запитати по-іншому: який ризик отримання прибутку менш заданого? Відповідь: $F(s)$.

2. Яка ймовірність того, що операція виявиться неуспішною, тобто її прибуток буде менше середнього очікуваного прибутку m ? Відповідь: $F(m)$.

3. Яка ймовірність збитків і який їх середній очікуваний розмір? Або який ризик збитків та їх оцінка? Відповідь: $F(0)$, $\int_{-\infty}^0 x dF(x) / F(0)$

4. Яке відношення середніх очікуваних збитків до середнього очікуваного прибутку? Чим менше це відношення, тим менше ризик розорення, якщо ОУР

вклала в операцію всі свої кошти. Відповідь: $\int_{-\infty}^0 x dF(x) / \int_{-\infty}^{\infty} x dF(x)$

При аналізі операцій ОУР бажає мати прибуток побільше, а ризик поменше. Такі оптимізаційні задачі називають двокритеріальними. При їх аналізі два критерії (прибуток і ризик) часто «згущають» в один критерій. Так виникає, наприклад, поняття відносного ризику операції. Справа в тому, що

одне й те ж значення середнього квадратичного відхилення σ_Q , яке вимірює ризик операції, сприймається по-різному в залежності від величини середнього очікуваного прибутку m_Q , тому величину σ_Q / m_Q називають іноді відносним ризиком операції. Таку міру ризику можна трактувати як згортку двокритеріальної задачі $m_Q \max \sigma_Q \min$, тобто максимізувати середній очікуваний прибуток при одночасній мінімізації ризику.

3.2.3. Показники ризику у вигляді відносин

Якщо кошти ОУР рівні C , то при перевищенні збитків Y над C виникає реальний ризик розорення. Для запобігання цьому відношення $K_1 = Y/C$, що називається коефіцієнтом ризику, обмежують спеціальним числом l_1 . Операції, для яких цей коефіцієнт перевищує l_1 , вважають особливо ризикованими. Часто враховують також імовірність p збитків Y і тоді розглядають коефіцієнт, ризику $K_2 = pY/C$, який обмежують іншим числом l_2 (ясно, що $l_1 \leq l_2$). У фінансовому менеджменті частіше використовують зворотні відношення C/Y і $C/(pY)$, які називають коефіцієнтами покриття ризиків і які обмежуються знизу числами $1/l_1$ і $1/l_2$. Саме таке значення має так званий коефіцієнт Кука, рівний відношенню:

$$\frac{\text{Власні кошти}}{\text{Активи, зважені з урахуванням ризику}}$$

Коефіцієнт Кука використовується банками та іншими фінансовими компаніями. У ролі ваги при «зважуванні» виступають імовірності - ризики втрати відповідного та активу.

Приклади.

1. Розглянемо дві імовірнісні операції:

Q_1	-5	25
	0.01	0.99

Q_2	15	25
	0.5	0.5

Безсумнівно, ризик першої операції менше ризику другої операції. Що ж до того, яку операцію вибере ОУР, це залежить від її схильності до ризику.

2. На рисунку розглянуто випадок вибору з більш ніж двох варіантів інвестицій. Характеристики варіантів показані точками на площині (m, S) , де m - середній прибуток, що отримується внаслідок інвестиції, а S - середнє квадратичне відхилення прибутку.

3. Нехай є два інвестиційних проекти. Перший з імовірністю 0,6 забезпечує прибуток 15 млн.. грн., однак з імовірністю 0,4 можна втратити 5,5 млн.. грн. Для другого проекту з імовірністю 0,8 можна отримати прибуток 10 млн.. грн. і з імовірністю 0,2 втратити 6 млн.. грн. Який проект вибрати?

Обидва проекти мають однакову середню прибутковість, рівну 6,8 млн.. грн. $(0,6 \cdot 15 + 0,4 \cdot (-5,5)) = 0,8 \cdot 10 + 0,2 \cdot (-6) = 6,8$). Однак середнє квадратичне

відхилення прибутку для першого проекту дорівнює 10,04 млн. грн. ($[0,6(15 - 6,8)^2 + 0,4(-5,5 - 6,8)^2]^{1/2} = 10,04$), а для другого - 6,4 млн. грн. ($[0,8(10 - 6,8)^2 + 0,2(-6 - 6,8)^2]^{1/2} = 6,4$), тому більш привабливим є другий проект.

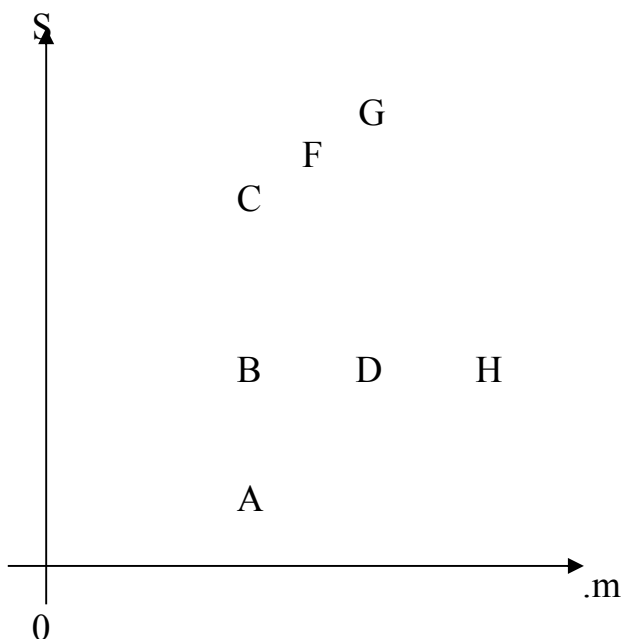
4. Знайдемо ризики першої і другої операцій з прикладу 1:

Спочатку обчислюється математичне сподівання в.в. Q_1 :

$$m_1 = -5 \cdot 0,01 + 25 \cdot 0,99 = 24,7.$$

Тепер обчислимо дисперсію за формулою $D_i = M[Q_i]^2 - m_i^2$. Маємо $M[Q^2] = 25 \cdot 0,01 + 625 \cdot 0,99 = 619$. Значить, $D_1 = 619 - (24,7)^2 = 8,91$ і остаточно $r_1 = 2,98$.

Аналогічні обчислення для другої операції дають $m_2 = 20$; $r_2 = 5$. Як і «підказувала інтуїція», перша операція менш ризиківана.



З рисунку видно, що серед варіантів А, В і С найбільш привабливий А. Із варіантів В, D і Н слід би вибрати Н. Варіант Н краще за варіанти С і F. Однак порівняльна перевага, наприклад, варіантів А, D, F і G залежить від схильності ОУР до ризику.

5. ОУР розглядає дві можливі гри. У одній кидають монету, і ОУР отримує 10 грошових одиниць, якщо монета впаде «орлом» вгору, і платить 10 одиниць, якщо вона впаде «решкою» вгору. Виплати в цій грі утворять ряд розподілу зліва:

Монета		Виплати	Гральний кубик					
«Решка»	«Орел»		1	2	3	4	5	6
-10	10	и	-20	-10	0	0	10	20
0,5	0,5		1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6

У іншій грі кидають гральний кубик і виплати ОУР утворять ряд розподілу праворуч.

Середній очікуваний виграш в обох випадках рівний 0. Однак інтуїтивно розкид платежів у другій грі більше. Обчислення дисперсії і ризику підтверджують це: $D_1 = 100 \cdot 0,5 + 100 \cdot 0,5 = 100$; $D_2 = (400 + 100) \cdot 2/6 = 500/3 = 167$; $r_1 = \sqrt{D_1} = 10$; га $\sqrt{D_2} = 13$.

6. Нехай операції Q_1 і Q_2 з прикладу 1 - некорельовані, знайдемо ризик операції $Q = 0,5 \cdot Q_1 + 0,5 \cdot Q_2$ (наприклад, грошей не вистачить на проведення обох операцій у повному об'ємі): Ризики обох операцій вже знайдені в прикладі 4: $r_1 = 2,98$; $r_2 = 5$. Значить, $r_Q = \sqrt{(2,98^2 + 5^2)}/2 = \sqrt{(8,91 + 25)}/2 = 5,82/2 = 2,91$.

7. Нехай випадковий прибуток операції Q має наступний ряд розподілу, і втрати 35 або більш ведуть до розорення ОУР. Отже, ризик розорення внаслідок даної операції рівний 0,8:

Q	-50	-40	-35	100
	0.1	0.2	0.5	0.2

8. ОУР з Росії мав борг в \$40 000. Але він має ще і внесок в 300 000 руб., який при курсі 6 руб. за долар перевищував борг. Імовірність трикратної девальвації рубля оцінювалася усього в 0,01, але вона сталася у 1998 році. ОУР була розорена, оскільки виплатити приблизно \$25 000 не могла.

9. Статистика запитів кредитів в банку така: 10% - державні органи, 30% - банки, інше - фізичні особи. Імовірності неповернення взятого кредиту відповідно такі: 0,01; 0,05 і 0,2. Знайти ймовірність неповернення чергового запиту на кредит. Начальнику кредитного відділу доповіли, що отримане повідомлення про неповернення кредиту, але в факсовому повідомленні ім'я клієнта було погано надруковане. Яка ймовірність, що даний кредит не поверне якийсь банк?

Імовірність неповернення знайдемо за формулою повної ймовірності. Нехай H_1 запит поступив від держоргану, H_2 від банку, H_3 - від фізичної особи і A неповернення кредиту, що розглядається. Тоді $P(A) = P(H_1)P_{H_1 A} + P(H_2)P_{H_2 A} + P(H_3)P_{H_3 A} = 0,1 \cdot 0,01 + 0,3 \cdot 0,05 + 0,6 \cdot 0,2 = 0,136$.

Другу ймовірність знайдемо за формулою Байєса. Маємо

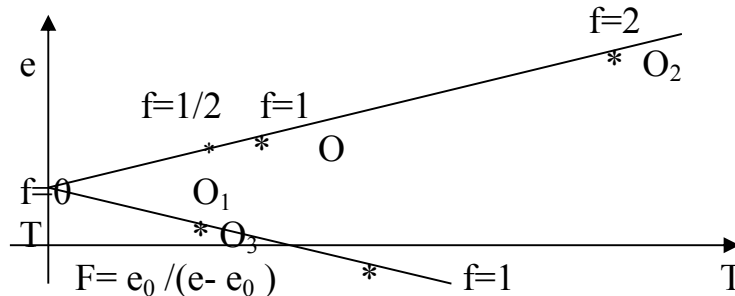
$$P_{A H_2} = P(H_2) P_{H_2 A} / P(A) = 0,015 / 0,136 = 15 / 136 = 1/9.$$

Як у реальності визначають усі приведені в цьому прикладі дані, наприклад, умовні ймовірності $P_{H_1}(A)$? По частоті неповернення кредиту для відповідної групи клієнтів. Нехай фізичні особи взяли всього 1000 кредитів і 200 не повернули. Значить, відповідна ймовірність $P_u(A)$ оцінюється як 0,2. Відповідні дані 1000 і 200 беруться з інформаційної бази даних банку.

10. Нехай в банку багато дрібних клієнтів (як в Ощадбанку), і ймовірність відкликання депозиту для кожного з них приблизно одна і та ж. Тоді за інтегральною формулою Муавра-Лапласа $P(k_1 \leq k \leq k_2) = \Phi[(k_2 - np) / \sqrt{npq}] - \Phi[(k_1 - np) / \sqrt{npq}]$, де n - число клієнтів, p - ймовірність відкликання, $q = 1 - p$, k_1, k_2 - межі кількості внесків, що відкликаються, Φ - функція Лапласа. Таким чином, при великому числі незалежних приблизно однакових клієнтів вплив депозитів можна більш або менш упевнено прогнозувати.

11. Припустимо, що для ОУР доступна неризикована операція T з ефективністю e_0 . Нехай O - яка-небудь інша операція з ефективністю $e > e_0$ і ризиком r . Розгляньте операцію $S_f = fO + (1-f)T$ і виразіть її ризик через її ефективність.

Ефективність цієї операції дорівнює $e_f = fe + (1-f)e_0$, а ризик дорівнює $r_f = |f|r$. Маємо $f = (e_f - e_0)/(e - e_0)$ і, підставляючи це вираження, отримуємо $r_f = r|(e_f - e_0)/(e - e_0)|$.

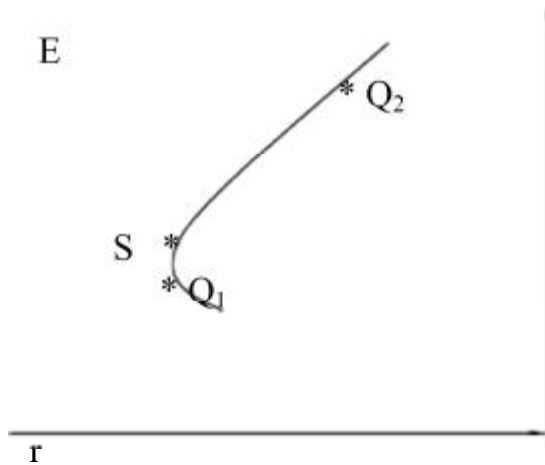


Продовжимо дослідження. На рисунку показані ефективність і ризик операцій $fO + (1-f)T$ для різних f . Зверніть увагу, що в принципі можливе досягнення будь-якої ефективності і будь-якого ризику. Далі конкретизуємо на прикладі. Нехай операція O - це вкладення деякої суми S на 3 місяці на вирощування ранньої полуниці, ефективність - 20% і деякий ризик (див. точку O на рисунку), операція T - здача цієї суми в Ощадбанк на ті ж 3 місяці під 5% (див. точку T). Маємо: операція O_1 - сума $S/2$ вкладається у вирощування полуниці, сума $S/2$ вкладається в банк; операція O_2 - сума $2S$ вкладається у вирощування полуниці, для чого в банку береться позика в розмірі S під 5%; операція O_3 - у когось ще, хто вирощує полуниці, береться у позичку на 3 місяці сума S з обіцянкою повернути її та «полуничний» прибуток з неї через 3 місяці і вся сума $2S$ вкладається в банк під 5%.

12. Нехай дані дві некорельовані операції Q_1 і Q_2 , ефективності та ризику яких (у значенні середнього квадратичного відхилення) дорівнюють відповідно (e_1, e_1) і (e_2, e_2) . Зобразіть на площині ці операції і (приблизно) множину L всіляких їх лінійних комбінацій. Чи є в L операція, ризик якої менше мінімального з ризиків e_1, e_2 ? Розгляньте також окремі випадки:

- а) коли $e_1 = e_2$ і
- б) коли $e_1 = e_2$

Знайдемо спочатку рішення тільки для випадку, коли $e_1 < e_2$ і $e_1 < e$ (див. рис.). Розглянемо операцію $O_f = fQ_1 + (1-f)Q_2$. Тоді її ефективність дорівнює $e_f = fe_1 + (1-f)e_2$, її ризик $r_f = \sqrt{[f^2 e_1^2 + (1-f)^2 e_2^2]}$. Знайдемо похідну від e_f по r_f за правилом диференціювання параметрично залежних аргументів п функції. Маємо $de_f/dr_f = (de_f/df) : (dr_f/df) = (e_1 - e_2) : 2[f e_1^2 - (1-f) e_2^2] / \sqrt{[f^2 e_1^2 + (1-f)^2 e_2^2]}$
 $= \sqrt{[f^2 e_1^2 + (1-f)^2 e_2^2]} (e_1 - e_2) / 2[f e_1^2 - (1-f) e_2^2]$.



Видно, що похідна, яку ми шукали: негативна при $f > z_2^2 / (z_1^2 + z_2^2)$, не існує при $f = z_2^2 / (z_1^2 + z_2^2)$, позитивна при $0 \leq f < z_2^2 / (z_1^2 + z_2^2)$,

Це означає, що множина L операцій, яку ми шукали, зображається приблизною кривою, як показано на цьому рисунку.

3.3. Індивідуальне завдання №3

Завдання: Вивчити методи розрахунків ймовірності настання ризику, розрахунків чисельного значення ризику та відбір інвестиційних проектів за показником ризику.

Порядок виконання: для визначення свого варіанту студент використовує номер за списком навчальної групи і обирає дані з табл. 3.2.

Методичні вказівки: Для розрахунків чисельного значення ризику та порівняння декількох інвестиційних проектів за критерієм ризикованості, студенти обирають іще два наступних, після свого, номерів. Якщо ви маєте номери 28, 29 та 30, ви обираєте відповідно 1, 2 та 3-й номери спочатку.

Таблиця 3.2

Дані для побудови кривої ймовірності ризику та розрахунків чисельного значення ризику

№ варіанту	Розрахований прибуток	Розрахована виручка	Вартість майна	Прогнозований прибуток/Імовірність його отримання				
1	50,85	339	1735	27	58	95	-10	36
				0,38	0,72	0,28	0,6	0,92
2	24	160	4532	40	43	37	34	33
				0,54	0,96	0,8	0,64	0,52
3	18,75	125	4473	3	33	32	12	12
				0,72	0,68	0,36	0,96	0,34
4	82,05	547	1112	-16	105	-11	65	10
				0,38	0,4	0,84	0,38	0,36
5	56,4	376	2309	31	103	69	62	47
				0,48	0,86	0,4	0,4	0,28
6	82,8	552	1585	-10	125	-5	123	10
				0,76	0,8	0,78	0,92	0,44

№ варіанту	Розрахований прибуток	Розрахована виручка	Вартість майна	Прогнозований прибуток/Імовірність його отримання				
7	28,8	192	1821	-13	41	38	26	-6
				0,38	0,5	0,8	0,88	0,26
8	58,05	387	5083	-22	67	37	79	57
				0,36	0,62	0,96	0,62	0,72
9	19,2	128	4953	-3	36	12	26	35
				0,26	0,32	0,92	0,6	0,9
10	53,4	356	2267	101	43	54	-8	-18
				0,52	0,8	0,32	0,34	0,92
11	39	260	3454	28	-16	1	76	-9
				0,54	0,3	0,78	0,26	0,64
12	40,95	273	4980	-6	32	31	79	-9
				0,96	0,78	0,66	0,72	0,48
13	43,2	288	1374	-19	57	47	75	-9
				0,78	0,48	0,9	0,44	0,82
14	85,35	569	5317	37	163	-7	46	92
				0,4	0,38	0,62	0,78	0,92
15	111,6	744	3401	208	71	55	91	-24
				0,34	0,44	0,62	0,78	0,94
16	99,3	662	3003	-43	65	67	-17	135
				0,28	0,28	0,38	0,68	0,24
17	99,6	664	4003	47	82	25	-17	-19
				0,24	0,44	0,64	0,68	0,4
18	40,2	268	1373	40	-2	6	7	38
				0,32	0,56	0,9	0,92	0,4
19	83,25	555	3018	1	4	68	146	116
				0,5	0,36	0,88	0,84	0,28
20	41,7	278	2087	68	-2	9	58	19
				0,72	0,82	0,5	0,3	0,58
21	59,85	399	2115	49	6	39	28	86
				0,64	0,58	0,88	0,86	0,46
22	71,4	476	5277	53	78	83	45	115
				0,58	0,4	0,72	0,86	0,34
23	64,2	428	5080	75	52	-7	75	69
				0,36	0,4	0,58	0,94	0,82
24	91,8	612	1930	27	91	117	151	-34
				0,48	0,72	0,9	0,6	0,28
25	106,95	713	5280	100				
				0,42	0,96	0,84	0,42	0,58
26	26,25	175	3174	19	24	41	28	-4
				0,82	0,92	0,5	0,92	0,96
27	63,45	423	5106	-6	48	-25	44	48
				0,46	0,82	0,94	0,28	0,46

№ варіанту	Розрахований прибуток	Розрахована виручка	Вартість майна	Прогнозований прибуток/Імовірність його отримання				
28	103,35	689	1556	84	59	107	6	126
				0,76	0,6	0,4	0,44	0,54
29	42,9	286	1905	34	10	22	27	31
				0,26	0,94	0,82	0,9	0,88
30	75,3	502	4199	-31	80	-18	144	105
				0,42	0,44	0,26	0,76	0,34

Контрольні запитання

1. Що таке ризик?
2. Які бувають види ризиків?
3. Який параметр найчастіше використовується як міра ризику?
4. Розгляньте такі висловлювання і визначите, що породжує ризик – незнання або випадковість:
 - а) ви не маєте даних про зміни курсу долар-гривня протягом минулого року;
 - б) ви не маєте даних про стан активів вашого банку;
 - в) ви не знаєте, як позначиться на ділових операціях остання постанова уряду про ...;
 - г) чи виявляться вигідними ваші ф'ючерсні контракти Л (це залежить від погоди в майбутні 3 місяці);
 - д) ви вирішуйте питання про видачу кредиту клієнту, про якого немає детальних відомостей, але зрозуміла його приналежність до певної соціальної групи.
5. Відома статистика повернення кредитів підприємствами т групи, до якої належить дане підприємство. Що тут породжує ризик неповернення?
6. При страхуванні автомобіля які чинники машини і власника мають важливість і до чого вони відносяться: до незнання або до випадковості?
7. Виданий кредит під заставу житлового будинку кредитора. Які можливі наслідки і чим вони зумовлені?
8. Як стаж роботи касира пов'язаний з незнанням і випадковими помилками?
9. Як знайти ймовірність настання критичного ризику?

У цьому розділі показано, як, базуючись на статистичних дослідженнях або експертних оцінках, визначити ймовірність ризикової ситуації, а також, розрахувати абсолютну та відносну величину ризику.

4. ТЕОРІЯ ІГОР

Вивчивши матеріали цього розділу, студенти узнають методи мінімізації ризиків в умовах конфліктних ситуацій.

4.1. Основні положення теорії ігор

Звичайно теорію гри визначають як розділ математики для вивчення конфліктних ситуацій. Це означає, що можна виробити оптимальні правила поведінки кожної сторони, що бере участь у рішенні конфліктної ситуації.

Гра – спрощена формалізована модель реальної конфліктної ситуації. Математично формалізація означає, що вироблені певні правила дії сторін в процесі гри: варіанти дії сторін; вихід гри при даному варіанті дії; обсяг інформації кожної сторони про поведінку всіх інших сторін. Виграш або програш сторін оцінюється чисельно. Гравець - це одна зі сторін в ігровій ситуації. Стратегія гравця - це його правила дії в кожній з можливих ситуацій гри.

Платіжна матриця (матриця ефективності, матриця гри, дивись табл. 4.1) включає всі значення виграшів (в кінцевій грі). Нехай гравець 1 має m стратегій A_i гравець 2 - n стратегій B_j ($i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$). Гра може бути названа грою m/n . Подамо матрицю ефективності гри двох осіб. Чисельні значення виграшу, для кожного сполучення стратегій гравців визначається, частіше за все, методом експертних оцінок.

Таблиця 4.1

Гравець 2	B_1	B_2	.....	B_n	α_i	
Гравець 1	A_1	a_{11}	a_{12}	.....	a_{1n}	α_1
	A_2	a_{21}	a_{22}	.....	a_{2n}	α_2

	A_m	a_{m1}	a_{m2}	.....	a_{mn}	α_m
	β_j	β_1	β_2	.....	β_n	

У даній матриці елементи a_{ij} – значення виграшів гравця 1 – можуть означати й математичне сподівання виграшу (середнє значення), якщо виграш є випадковою величиною. Величини $\alpha_i, i = \overline{1, m}$, і $\beta_j, j = \overline{1, n}$, – відповідно мінімальні значення елементів a_i по рядках і максимальні – по стовпцях.

Ігри діляться на кінцеві й нескінченні. У кінцевій грі кожний з гравців має

кінцеве число можливих стратегій. Якщо хоч би один з гравців має нескінченне число можливих стратегій, гра є нескінченною.

Ще ігри діляться на кооперативні, коаліційні і некоаліційні. Якщо гравці не мають права вступати в угоди, утворювати коаліції, то така гра відноситься до некоаліційних; якщо гравці можуть вступати в угоди, створювати коаліції – коаліційних. Кооперативна гра – це гра, в якій заздалегідь визначені коаліції.

Ігри можна розділити на одноходові та багатходові. Одноходові ігри закінчуються після одного ходу кожного гравця. Так, в матричній грі після одного ходу кожного з гравців відбувається розподіл виграшів.

4.2. Антагоністична гра

Розглянемо антагоністичну гру, представлену матрицею виграшів $m \times n$, де число рядків $i = \overline{1, m}$, а число стовпців $j = \overline{1, n}$. Застосуємо принцип отримання максимального гарантованого результату при найгірших умовах. Гравець 1 прагне прийняти таку стратегію, яка повинна забезпечити максимальний програш гравця 2. Відповідно гравець 2 прагне прийняти стратегію, що забезпечує мінімальний виграш гравця 1. В цих умовах, якщо

$$\max_i \min_j \alpha_{ij} = \min_j \max_i \alpha_{ij} = v. \quad (4.1)$$

Гра називається грою з «сідловою» точкою і гравці мають додержуватися стратегій, які її забезпечують, і називаються «чистими», а v – називається ціною гри. При цьому забезпечується мінімум ризику в такій грі.

Якщо в матричній грі відсутня сідлова точка, то знаходять «змішану» стратегію гравців, тобто набір застосування його чистих стратегій при багаторазовому повторенні гри в одних і тих же умовах із заданими ймовірностями. Для гравця 1 змішана стратегія полягає в застосуванні чистих стратегій A_1, A_2, \dots, A_m з відповідними ймовірностями (частотою) p_1, p_2, \dots, p_m ,

$$S_1 = \begin{pmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_m \\ p_1 & p_2 & \dots & p_m \end{pmatrix}, \quad \text{де } \sum_{i=1}^m p_i = 1, p_i \geq 0 \quad (4.2)$$

Для гравця 2

$$S_2 = \begin{pmatrix} B_1 & B_2 & \dots & B_n \\ q_1 & q_2 & \dots & q_n \end{pmatrix}, \quad \text{де } \sum_{j=1}^n q_j = 1, q_j \geq 0; \quad (4.3)$$

q_j - імовірність застосування чистої стратегії B_j .

Чисті стратегії гравця є єдино можливими неспільними подіями. У матричній грі, знаючи матрицю A (вона відноситься й до гравця 1, і до гравця 2), можна визначити при заданих векторах \bar{p} і \bar{q} , середній виграш (математичне сподівання ефекту) гравця 1

$$M(A, \bar{p}, \bar{q}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} p_i q_j, \quad (4.4)$$

де \bar{p} і \bar{q} , - вектори; p_i і q_j - компоненти векторів.

Потрібно зазначити, що при виборі оптимальних стратегій гравцеві 1 завжди буде гарантований середній виграш, не менший, ніж ціна гри, при будь-якій фіксованій стратегії гравця 2 (і, навпаки, для гравця 2). Активними стратегіями гравців 1 і 2 називають стратегії, що входять до складу оптимальних змішаних стратегій відповідних гравців зі ймовірностями, відмінними від нуля. Значить, до складу оптимальних змішаних стратегій гравців можуть входити не всі апріорі задані їх стратегії.

Приклади.

Приклад 1. Визначити верхню та нижню ціни при заданій матриці гри і указати максимінну і мінімаксну стратегії. Представимо матрицю гри з позначеннями стратегій, A_j, B_i ;

Визначимо нижню ціну гри: $\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 4; \alpha = 4$ (див. стовпець α_i).

Визначимо верхню ціну гри: $\beta_1 = 4; \beta_2 = 5; \beta_3 = 6; \beta = 4$ (див. рядок β_j).

Таким чином, $\alpha = \beta = 4$, тобто $\max_i \min_j a_{ij} = \min_j \max_i a_{ij} = 4$.

Значить, $\alpha = \beta = v = 4$ - чиста ціна гри при стратегіях A_2 і B_1 . Отже, маємо гру з сідловою точкою.

Приклад 2. Дана матриця гри $\begin{pmatrix} 25 & 1 \\ 3 & 5 \\ 1 & 9 \end{pmatrix}$. Знайти її змішані стратегії.

Побудуємо цільову функцію згідно (4.4)

$$M(A, \bar{p}, \bar{q}) = 25p_1q_1 + p_1q_2 + 3p_2q_1 + 5p_2q_2 + p_3q_1 + 9p_3q_2 \rightarrow \max,$$

та враховуючи обмеження (4.2) – (4.3), знайдемо оптимальні значення ймовірностей застосування різних стратегій, застосувавши функцію Solver. Рішенням цієї гри є те, що всі ймовірності дорівнюють нулю, окрім $p_1 = 1, q_1$

= 1. Отже ця гра повинна виконуватися у чистих стратегіях.

4.3. Кооперативна гра

Оптимальні стратегії у випадку, коли учасники гри є співробітниками, знаходяться методами біматричної гри. По аналогії з матричними іграми двох осіб в біматричній грі кожен з гравців вибирає свою стратегію, робить один хід, після чого відбувається розподіл виграшів. Відмінність полягає в тому, що біматрична гра визначається не однією, а двома матрицями виграшів. Кожен з гравців має свою матрицю, і виграш один з них зовсім не означає програвш іншого.

Хай матриці виграшів першого і другого гравців мають відповідно вигляд

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mj} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1j} & \dots & b_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{i1} & b_{i2} & \dots & b_{ij} & \dots & b_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mj} & \dots & b_{mn} \end{pmatrix}.$$

Обидві матриці можуть бути представлені однією матрицею пар елементів A і B , так званою біматрицею

$$C = \begin{pmatrix} (a_{11}, b_{11}) & (a_{12}, b_{12}) & \dots & (a_{1j}, b_{1j}) & \dots & (a_{1n}, b_{1n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (a_{i1}, b_{i1}) & (a_{i2}, b_{i2}) & \dots & (a_{ij}, b_{ij}) & \dots & (a_{in}, b_{in}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (a_{m1}, b_{m1}) & (a_{m2}, b_{m2}) & \dots & (a_{mj}, b_{mj}) & \dots & (a_{mn}, b_{mn}) \end{pmatrix}.$$

При виборі першим гравцем i -го рядка, а другим гравцем j -го стовпця виграш кожного з них складе пару (a_{ij}, b_{ij}) .

Звичайно, інтерес представляють ігри, в яких матриці A і B не співпадають і елементами однієї матриці не є монотонні перетворення іншої. Якщо ця умова не дотримана, то деякому максимальному елементу a_{kl} матриці A відповідає максимальний елемент b_{kl} матриці B . Це означає, що існує пара чистих стратегій (k, l) при використанні яких обох гравців мають максимальний виграш і конфлікт відсутній. У решті випадків досягти максимуму свого виграшу відразу обидва гравці не можуть. Необхідно ввести деяку ознаку компромісної оптимальності, якою є ситуація рівноваги. Під ситуацією маються на увазі конкретні використані змішані стратегії x, y .

Ситуація рівноваги для біматричної гри представляється парою таких змішаних стратегій x, y при яких дотримуються нерівності:

$$M_1^i \leq \overline{M_1}, \quad i = \overline{1, m}; \quad M_2^j \leq \overline{M_2}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (4.5)$$

де M_1^i – математичне сподівання виграшу першого гравця при застосуванні ним тільки i -ї стратегії; M_2^j – математичне сподівання виграшу другого гравця при застосуванні j -ї чистій стратегії.

Змістовний сенс нерівностей (5.45) полягає в тому, що застосування чистих стратегій будь-яким з гравців дає не більший ефект, чим застосування змішаних стратегій (x, y) обома гравцями.

Оскільки (x, y) є розподілами вірогідності використання чистих стратегій гравцями, то очевидно, що

$$\begin{aligned} M_1^i &= \sum_{j=1}^n a_{ij} y_j, \quad i = \overline{1, m}; & M_2^j &= \sum_{i=1}^m b_{ij} x_i, \quad j = \overline{1, n}; \\ M_1 &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_i y_j; & M_2 &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij} x_i y_j. \end{aligned} \quad (4.6)$$

Підставивши в нерівності (4.5) значення математичних сподівань з формул (5.46), отримаємо

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} y_j \leq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_i y_j, \quad i = \overline{1, m}; \quad (4.7)$$

$$\sum_{i=1}^m b_{ij} x_i \leq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij} x_i y_j, \quad j = \overline{1, n}. \quad (4.8)$$

Відмітимо, що (x, y) є по фізичній суті вірогідністю вибору чистих стратегій, а можливі результати вибору стратегій кожним з гравців складають повну групу несумісних подій. Тому значення елементів (x, y) повинні задовольняти умовам

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m x_i = 1; \quad x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}; \\ \sum_{j=1}^n y_j = 1; \quad y_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}. \end{cases} \quad (4.9)$$

Визначення ситуацій рівноваги здійснюється шляхом сумісного вирішення системи нерівностей і рівнянь (4.7) – (4.9), при зведенні тим чи іншим методом багатокритеріальної задачі до задачі оптимізації з одним критерієм.

Приклад. Нехай існують матриці виграшів кооперативної гри

$$A = \begin{bmatrix} 12 & 45 & 65 \\ 45 & 4 & 48 \\ 12 & 47 & 14 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 122 & 752 & 124 \\ 456 & 485 & 459 \\ 478 & 258 & 254 \end{bmatrix}$$

Знайти оптимальні стратегії для обох гравців.

На рис. 4.1 представлено повний хід рішення цієї задачі, в якій було застосовано такий метод згортки часткових критеріїв як сума двох критеріїв оптимізації. Жовтим виділено оптимальні частоти застосування стратегій для кожного гравця. При цьому виграш першого гравця складе 27, а другого – 459. Оптимальними стратегіями є $X = \{0; 0,88; 0,12\}$, $Y = \{0,6; 0,4; 0\}$.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Max(A)=	65										
2	Max(B)=	752			SX=	1		SY=	1			
3					X	$\sum A_{ij}Y_j$		Y	0,6	0,4	-0	
4		12	45	65	0	26,3			122	752	124	
5	A=	45	4	48	0,88	27,2		B=	456	485	459	
6		12	47	14	0,12	27,2			478	258	254	
7								$\sum B_{ij}X_i$ =	459	459	435	
10	$\sum \sum A_{ij}X_iY_j$ =	27										
11	$\sum \sum B_{ij}X_iY_j$ =	459										
12	Функціонал=	1										

Рис. 4.1 – Рішення біматричної задачі із застосуванням функції «Пошук рішення»

4.4. Ігри з підвищеним ризиком

Нерідко економічна ситуація є унікальною, і рішення в умовах невизначеності повинно прийматися одноразово. Це породжує необхідність розвитку методів моделювання прийняття рішень в умовах невизначеності і підвищеного ризику. Такі ігри називаються «Грою з природою». Формальне вивчення гри з природою, так само як і стратегічних, повинно починатися з побудови платіжної матриці.

Помітна особливість гри з природою полягає в тому, що в ній свідомо діє

тільки один з учасників, у більшості випадків званий гравцем 1. Гравець 2 (природа) свідомо проти гравця 1 не діє, а виступає як така, що не має конкретної мети і партнер по грі, що випадковим чином вибирає чергові «ходи». Тому термін «природа» характеризує деяку об'єктивну дійсність, яку не треба розуміти буквально, хоч цілком можуть зустрітися ситуації, в яких «гравцем» 2 дійсно може бути природа (наприклад, обставини, пов'язані з погодними умовами або з природними стихійними силами).

На перший погляд відсутність обдуманості протидії спрощує гравцеві задачу вибору рішення. Однак, хоч ОУР ніхто не заважає, їй важче обґрунтувати свій вибір, оскільки в цьому випадку гарантований результат не відомий.

Нехай гравець 1 має m можливих стратегій: A_1, A_2, \dots, A_m , а у природи є n можливих станів (стратегій): $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$.

Тоді, умови гри з природою задаються матрицею A виграшів гравця 1.

$$A = \begin{pmatrix} & \Pi_1 & \Pi_2 & \dots & \Pi_n \\ A_1 & a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ A_2 & a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Платить, звичайно, не природа, а деяка третя сторона (або сукупність сторін, що впливають на прийняття рішень гравцем 1 і об'єднаних у поняття «природа»).

Можливий ще й інший спосіб завдання матриці гри з природою: не у вигляді матриці виграшів, а у вигляді так званої матриці ризиків $R = \|r_{ij}\|_{m,n}$ або матриці упущених можливостей. Величина ризику – це розмір плати за відсутність інформації про стан середовища. Матриця R може бути побудована безпосередньо з умов задачі або на основі матриці виграшів A . Ризиком r_{ij} гравця при використанні ним стратегії A_i і при стані середовища Π_j будемо називати різницю між виграшем, який гравець отримав би, якби він знав, що станом середовища буде Π_j , і виграшем, який гравець отримає, не маючи цієї інформації. Тобто,

$$R_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}. \quad (4.10)$$

Знаючи стан природи (стратегію) Π_j , гравець вибирає ту стратегію, при якій його виграш максимальний, тобто $r_{ij} = \beta_j - a_{ij}$, де $\beta_j = \max_{1 \leq i \leq m} a_{ij}$ при заданому j .

Приклад.

Побудувати матрицю ризиків за платіжною матрицею гри.

Для вирішення цієї задачі знайдемо по стовпчику найбільше число і від нього віднімемо інші числа цього ж стовпчика. На рис. 4.2 показано хід рішення.

Платіжна матриця гри з природою						
	12	45	48	21	21	95
	87	76	81	43	9	43
	98	9	43	67	28	61
max	98	76	81	67	28	95
Матриця ризиків						
	86	31	33	46	7	0
	11	0	0	24	19	52
	0	67	38	0	0	34

Рис. 4.2 – Побудова матриці ризиків за платіжною матрицею гри

Якщо відомі ймовірності настання станів природи – p_j – вибір оптимальної стратегії активного гравця визначається як

$$\alpha = \max_i \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j, \quad (4.11)$$

Тобто, знаходиться середнє по рядку платіжної матриці гри і обирається та стратегія, яка дає найбільше середнє значення.

В деяких випадках імовірності настання певних станів природи подаються обумовлені, що точність визначення цих ймовірностей менше 100%. Частіше, для кожного стану природи Π_j вказується своя точність розрахунку ймовірності його стану t_j , яка як і ймовірність змінюється в діапазоні від 0 до 1 (від 0% до 100%). У цьому випадку, вибір оптимальної стратегії активного гравця визначається із залученням матриці ризиків r_{ij}

$$\alpha = \max_i \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} p_j t_j - \sum_{j=1}^n r_{ij} p_j (1 - t_j) \right), \quad (4.12)$$

Тобто, при визначенні середнього, його складові коректуються на величину точності визначення його ймовірності. В той же час визначається середній ризик, скоректований на можливий рівень не точності визначення станів природи. Відповідні значення середнього виграшу і середнього ризику віднімаються по рядках, а потім обирається та стратегія, яка дає найбільший результат.

Приклад.

Знаючи ймовірності настання станів природи p_j та точність їх визначення t_j , визначити стратегію гравця 1.

Рішення, виконане із застосуванням електронних таблиць показано на рис. 4.3. З нього видно, що найкращою стратегією в цих умовах є друга.

Платіжна матриця гри з природою							
$1-t_j$	0,3	0,12	0,05	0,32	0,38	0,23	$\sum_{j=1}^n a_{ij} p_j t_j - \sum_{j=1}^n r_{ij} p_j (1-t_j)$
t_j	0,7	0,88	0,95	0,68	0,62	0,77	
p_j	0,15	0,27	0,14	0,25	0,09	0,1	
	12	45	48	21	21	95	28,2852
	87	76	81	43	9	43	56,5092
	98	9	43	67	28	61	45,3012
max	98	76	81	67	28	95	
Матриця ризиків							
	86	31	33	46	7	0	
	11	0	0	24	19	52	
	0	67	38	0	0	34	

Рис. 4.3 – Знайдення рішення за відомими ймовірностями настання стану природи та точністю їх визначення.

У випадку, коли немає можливості визначити точність розрахунку ймовірностей настання станів природи, використовують параметр v , яким виражається міра довіри до використаного розподілу ймовірностей.

$$\max_i a_{ir} = \max_i \left\{ v \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j + (1-v) \min_j a_{ir} \right\}, \quad 0 \leq v \leq 1. \quad (4.13)$$

Правило вибору формується таким чином. Платіжна матриця гри $\|a_{ij}\|$ доповнюється стовпцем, складеним з середніх зважених (з вагою $v \equiv \text{const}$) математичного сподівання і найменшого результату кожного рядка матриці гри. Відбираються ті варіанти рішень в рядках якого має найбільше значення цього стовпця. Величина параметру v коливається в межах $[0; 1]$ і визначається методом експертних оцінок.

Найбільш ризиковою є ситуація, коли невідомі ймовірності настання станів природи. Така ситуація називається «Прийняттям рішень в умовах повної невизначеності».

Частіше за все таку ситуацію називають «безнадійною» або «поганою».

Але існують методи, які і в цій ситуації дозволяють знайти прийнятне рішення. Для цього використовуються наступні критерії:

Критерій максимакса. З його допомогою визначається стратегія, яка максимізує максимальні виграші для кожного стану природи. Це критерій крайнього оптимізму. Найкращим признається рішення, при якому досягається максимальний виграш

$$M = \max_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij}. \quad (4.14)$$

Потрібно зазначити, що ситуації, що вимагають застосування такого критерію, в економіці загалом нерідкі, і користуються ними не тільки оптимісти, але й гравці, поставлені в безвихідне становище, коли вони вимушені керуватися принципом «або пан, або пропав».

Максимінний критерій Вальда. З позицій даного критерію природа розглядається як агресивно настроєний і свідомо діючий противник типу тих, які протидіють у стратегічній грі. Вибирається рішення, для якого досягається значення

$$W = \max_{1 \leq i \leq m} \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}. \quad (4.15)$$

Це перестраховочна позиція крайнього песимізму, розрахована на гірший випадок. Така стратегія прийнятна, наприклад, коли гравець не так зацікавлений у великому успіху, але хоче себе застрахувати від несподіваних програвів. Вибір такої стратегії визначається відношенням гравця до ризику.

Критерій мінімаксного ризику Севіджа. Вибір стратегії аналогічний вибору стратегії за принципом Вальда з тією відмінністю, що гравець керується не матрицею вигравів A , а матрицею ризиків R):

$$S = \min_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij}. \quad (4.16)$$

Критерій песимізму-оптимізму Гурвіца. Цей критерій при виборі рішення рекомендує керуватися деяким середнім результатом, що характеризує стан між крайнім песимізмом і нестримним оптимізмом. Згідно з цим критерієм стратегія в матриці A вибирається у відповідності зі значенням

$$H_A = \max_{1 \leq i \leq m} \{p \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij} + (1-p) \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij}\}, \quad (4.17)$$

де p - коефіцієнт песимізму ($0 \leq p \leq 1$). При $p = 0$ критерій Гурвіца співпадає з максимаксним критерієм, а при $p = 1$ – з критерієм Вальда.

Критерій добутоків. Платіжна матриця гри $\|a_{ij}\|$ доповнюється новим стовпцем, що містить добутки всіх значень вигравів кожного рядка. Вибираються ті варіанти, в рядках яких знаходяться найбільші значення цього стовпця.

$$D = \max_i \prod_j a_{ij} \quad (4.18)$$

Застосування цього критерію зумовлено такими обставинами:

- 1) критерій застосовний і при малому числі реалізацій рішення;
- 2) деякий ризик допускається.

Критерій добутоків пристосований насамперед для випадків, коли всі a_{ij} позитивні. Якщо умова позитивності порушується, то слід виконувати деяке зміщення a_{ij} з додаванням деякої константи $C > |\min_{ij} a_{ij}|$. Результат при цьому буде, природно залежати від C . На практиці найчастіше $C = |\min_{ij} a_{ij}| + 1$.

Коли за прийнятими критеріями рекомендується до використання декількох стратегій, вибір між ними робиться за додатковим критерієм, наприклад в розрахунок можуть прийматися середні квадратичні відхилення від середніх вигащів при кожній стратегії. Вибір може залежати від схильності до ризику особи, що ухвалює рішення (ОУР).

Найчастіше, застосовують усі відомі стратегії, а потім приймають рішення за простою більшістю.

Приклади.

Приклад 1. В умовах повної невизначеності знайти найкращу стратегію за наведеною нижче платіжною матрицею гри. Матриця ризиків розрахована за (4.10)

$$R = \begin{pmatrix} \begin{array}{c|cccc} & P_1 & P_2 & P_3 & P_4 \\ \hline A_1 & 20 & 30 & 15 & 15 \\ A_2 & 75 & 20 & 35 & 20 \\ A_3 & 25 & 80 & 25 & 25 \\ A_4 & 85 & 5 & 45 & 5 \end{array} & \begin{pmatrix} 65 & 50 & 30 & 10 \\ 10 & 60 & 10 & 5 \\ 60 & 0 & 20 & 0 \\ 0 & 75 & 0 & 20 \end{pmatrix} \end{pmatrix}$$

Для гравця 1 кращими є стратегії:

- за критерієм Вальда – A_3 ;
- за критерієм Севіджа – A_2 і A_3 ;
- за критерієм Гурвіца (при $p = 0,6$) – A_3 ;
- за критерієм максима – A_4 ;
- за критерієм добутоків – A_3 .

Оскільки стратегія A_3 фігурує як оптимальна за чотирма критеріями вибору з п'яти перевірених, міру її надійності можна визнати досить високою для того, щоб рекомендувати цю стратегію до практичного застосування.

Приклад 2. Директор фірми повинен вирішити, скільки ящиків товару потрібно виробляти протягом місяця. Імовірності того, що попит на товар протягом місяця буде 6, 7, 8 або 9 ящиків, становить відповідно 0,1; 0,3; 0,5; 0,1.

Витрати на виробництво одного ящика є 45 грн. Фірма продає кожний ящик по ціні 95 грн. Якщо ящик з товаром не продається протягом місяця, то

він псується й фірма не отримує прибутку. Скільки ящиків потрібно виробляти протягом місяця?

Користуючись початковими даними, будуємо матрицю гри. Стратегіями гравця 1 (тобто, фірми) є різні показники числа ящиків, які йому, можливо, потрібно виробляти. Станами природи виступають величини попиту на аналогічне число ящиків. Обчислимо, наприклад, показник прибутку, який отримає виробник, якщо він зробить 8 ящиків, а попит буде тільки на 7. У результаті отримаємо наступну платіжну матрицю в грі з природою (див. таблицю). Як бачимо, найбільший середній очікуваний прибуток є 352,5 грн. Він відповідає виробництву 8 ящиків.

На практиці частіше за все в подібних випадках рішення приймаються виходячи з критерію максимізації середнього очікуваного прибутку або мінімізації очікуваних витрат. Обираючи такий підхід, можна зупинитися на рекомендації проводити 8 ящиків, і для більшості ОУР рекомендація була б обґрунтованою. Саме так поступаємо ми, коли розглядаємо різні прикладні задачі прийняття рішень у грі з природою.

Попит на ящики	6 (0,1)*	7 (0,3)	8 (0,5)	9 (0,1)	Середній очікуваний прибуток
Виробництво ящиків					
6	300	300	300	300	300
7	255	350	350	350	340,5
8	210	305	400	400	352,5
9	165	260	355	450	317

* У дужках приведена ймовірність попиту на ящики.

4.5. Індивідуальне завдання № 4

Завдання: Вивчити методи розрахунків прийняття рішень в антагоністичні та кооперативній іграх, вміти робити розрахунки для ігор з природою як в умовах повної невизначеності так і при відомих ймовірності настання станів природи.

Порядок виконання: для визначення свого варіанту студент використовує номер за списком навчальної групи і обирає дані з табл. 4.2.

Задача 1

Підприємство випускає продукцію (продукція може бути швидко псуватися), яку можна: зразу відправити споживачу (стратегія A_1);

відправити на склад для зберігання (стратегія A_2); підвергнути додатковій обробці для тривалого зберігання (стратегія A_3). Варіанти завдань обирати за табл. 4.3

Споживач може купувати продукцію: негайно (стратегія B_1); у термін невеликого часу (стратегія B_2); після тривалого періоду часу (стратегія B_3).

У випадку стратегій A_2 та A_3 , підприємство несе додаткові витрати на зберігання та обробку продукції, які не потрібні для A_1 . Але, при виборі стратегії A_2 , слід взяти до уваги можливі збитки із-за псування продукції.

Визначити оптимальні пропорції продукції для застосування стратегій A_1 , A_2 та A_3 . Рекомендовано використовувати всі відомі вам критерії.

Таблиця 4.2

Вхідні данні

Варіант № 1				Варіант № 2				Варіант № 3			
	B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3
A_1	8	7	11	A_1	6	8	9	A_1	8	10	11
A_2	11	10	8	A_2	7	11	12	A_2	12	9	14
A_3	5	4	3	A_3	12	9	10	A_3	7	8	9
Варіант № 4				Варіант № 5				Варіант № 6			
	B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3
A_1	12	9	11	A_1	11	9	10	A_1	10	9	11
A_2	13	12	8	A_2	14	13	8	A_2	13	14	15
A_3	9	7	6	A_3	10	8	7	A_3	9	8	10
Варіант № 7				Варіант № 8				Варіант № 9			
	B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3
A_1	10	8	11	A_1	11	10	7	A_1	11	7	12
A_2	12	14	15	A_2	14	12	13	A_2	13	14	15
A_3	8	7	9	A_3	10	9	6	A_3	10	6	11
Варіант № 10				Варіант № 11				Варіант № 12			
	B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3
A_1	12	11	8	A_1	11	9	12	A_1	10	9	11
A_2	13	12	14	A_2	12	13	14	A_2	11	13	15
A_3	11	9	7	A_3	9	8	10	A_3	9	7	10
Варіант № 13				Варіант № 14				Варіант № 15			
	B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3
A_1	10	9	12	A_1	10	9	8	A_1	11	9	8
A_2	12	13	15	A_2	14	12	13	A_2	16	13	15
A_3	9	8	10	A_3	9	8	7	A_3	10	8	7
Варіант № 16				Варіант № 17				Варіант № 18			
	B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3
A_1	10	7	12	A_1	12	8	14	A_1	12	11	10
A_2	14	15	16	A_2	15	16	17	A_2	16	14	15
A_3	9	6	11	A_3	10	7	12	A_3	11	10	9

Варіант № 19				Варіант № 20				Варіант № 21			
	B ₁	B ₂	B ₃		B ₁	B ₂	B ₃		B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	12	11	13	A ₁	13	12	14	A ₁	12	10	14
A ₂	14	15	16	A ₂	14	15	16	A ₂	13	14	15
A ₃	11	10	11	A ₃	11	10	13	A ₃	10	9	12
Варіант № 22				Варіант № 23				Варіант № 24			
	B ₁	B ₂	B ₃		B ₁	B ₂	B ₃		B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	13	11	14	A ₁	14	13	12	A ₁	13	11	14
A ₂	14	16	17	A ₂	18	14	17	A ₂	15	17	18
A ₃	11	10	12	A ₃	12	11	10	A ₃	12	10	13
Варіант № 25				Варіант № 26				Варіант № 27			
	B ₁	B ₂	B ₃		B ₁	B ₂	B ₃		B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	14	12	15	A ₁	14	13	15	A ₁	16	15	14
A ₂	15	17	18	A ₂	15	18	19	A ₂	18	16	19
A ₃	11	10	13	A ₃	11	10	12	A ₃	15	13	12
Варіант № 28				Варіант № 29				Варіант № 30			
	B ₁	B ₂	B ₃		B ₁	B ₂	B ₃		B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	15	13	16	A ₁	15	14	16	A ₁	17	16	14
A ₂	17	19	20	A ₂	16	19	20	A ₂	20	17	19
A ₃	14	12	15	A ₃	13	12	14	A ₃	15	14	12

Задача 2

Підприємство може випускати три виду продукції (A_1 , A_2 та A_3), при цьому отримує прибуток, який залежить від попиту. Попит може бути в одному з чотирьох станів (B_1 , B_2 , B_3 або B_4). Дана матриця (табл. 4.3), її елементи a_{ij} характеризують прибуток, який отримує підприємство при випуску i -ої продукції з j -м змістом попиту.

Розробити математичну модель для визначення оптимальних пропорцій випуску продукції, які гарантують середню величину прибутку при різноманітному стані попиту. Зробіть висновки щодо прийняття оптимального рішення.

Таблиця 4.3

Вхідні данні

Варіант № 1					Варіант № 2				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	4	5	7	9	A ₁	4	6	7	10
A ₂	10	11	5	3	A ₂	11	13	6	4
A ₃	8	9	5	4	A ₃	10	11	7	6
Варіант № 3					Варіант № 4				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	3	8	7	9	A ₁	4	6	7	8
A ₂	9	12	6	2	A ₂	9	10	6	3
A ₃	8	9	5	4	A ₃	7	9	5	4

Вариант № 5					Вариант № 6				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	6	5	7	9	A ₁	7	8	7	10
A ₂	11	10	8	3	A ₂	11	10	9	3
A ₃	10	9	6	5	A ₃	10	9	5	5
Вариант № 7					Вариант № 8				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	8	7	9	8	A ₁	8	7	10	9
A ₂	11	10	6	4	A ₂	11	10	4	5
A ₃	10	9	5	6	A ₃	12	11	5	6
Вариант № 9					Вариант № 10				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	7	8	9	10	A ₁	7	8	9	10
A ₂	8	4	5	8	A ₂	6	5	7	8
A ₃	9	5	6	9	A ₃	9	6	6	9
Вариант № 11					Вариант № 12				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	6	7	8	10	A ₁	9	7	10	11
A ₂	7	5	7	8	A ₂	5	6	8	9
A ₃	8	4	6	9	A ₃	8	10	9	10
Вариант № 13					Вариант № 14				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	10	5	8	11	A ₁	7	6	9	11
A ₂	6	8	7	9	A ₂	6	9	7	9
A ₃	8	10	9	10	A ₃	9	8	8	10
Вариант № 15					Вариант № 16				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	10	6	11	12	A ₁	10	6	11	12
A ₂	8	10	9	11	A ₂	8	9	10	13
A ₃	7	9	8	10	A ₃	11	11	9	11
Вариант № 17					Вариант № 18				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	9	10	11	12	A ₁	11	7	10	11
A ₂	10	9	12	13	A ₂	10	8	12	13
A ₃	11	8	9	11	A ₃	7	10	9	10
Вариант № 19					Вариант № 20				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	11	9	11	12	A ₁	11	9	12	14
A ₂	10	8	9	13	A ₂	10	12	9	13
A ₃	7	11	10	11	A ₃	8	11	13	15
Вариант № 21					Вариант № 22				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	14	13	12	14	A ₁	14	11	13	14
A ₂	9	12	14	17	A ₂	11	12	15	17
A ₃	8	14	11	15	A ₃	15	14	11	15
Вариант № 23					Вариант № 24				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	10	11	13	14	A ₁	10	11	12	14
A ₂	11	9	7	10	A ₂	11	9	8	10
A ₃	15	14	12	15	A ₃	12	7	12	15

Варіант № 25					Варіант № 26				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	12	11	12	10	A ₁	12	11	12	10
A ₂	11	9	8	7	A ₂	11	10	8	9
A ₃	9	7	12	11	A ₃	10	8	13	11
Варіант № 27					Варіант № 28				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	12	11	10	8	A ₁	12	11	10	9
A ₂	11	7	8	9	A ₂	11	8	7	6
A ₃	10	8	11	11	A ₃	10	9	11	10
Варіант № 29					Варіант № 30				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	12	10	11	8	A ₁	12	10	11	9
A ₂	11	9	7	6	A ₂	13	11	8	6
A ₃	10	7	8	11	A ₃	11	9	10	11

Контрольні запитання

1. Чому теорія ігор відповідає процесу прийняття рішень в економіці?
2. Що таке платіжна матриця гри?
3. Що таке чиста і змішана стратегії?
4. Як знайти змішану стратегію за допомогою лінійного програмування?
5. Що таке „гра з природою”?
6. Назвіть критерії вибору стратегії при повній невизначеності.
7. Як уточнити імовірності настання станів природи?
8. Що є біматрична гра?
9. Що таке рівноважна ситуація?

В розділі розглянуто основні принципи застосування теорії ігор для прийняття економічних рішень, визначено платіжну матрицю гри і показано, як вирішувати ці задачі на комп'ютері.

5. ФУНКЦІЯ КОРИСНОСТІ

Вивчивши матеріал цього розділу, студенти засвоять поняття функції корисності, яка визначає переваги особи в цифровому вираженні.

5.1. Основні визначення та аксіоми

Обґрунтування вибору рішення в попередніх главах виконувалося з позицій так званого об'єктивіста. Пояснимо цей термін.

Безумовним грошовим еквівалентом (БГЕ) гри називається максимальна сума грошей, яку ОУР готова заплатити за участь у грі (лотереї), або, що те ж, та мінімальна сума грошей, за яку він готів відмовитися від гри. Кожний індивід має свій БГЕ.

Індивіда, для якого БГЕ співпадає з очікуваною грошовою оцінкою (ОГО) гри, тобто з середнім виграшем у грі (лотереї), умовно називають об'єктивістом, індивіда, для якого $БГЕ \neq ОГО$, – суб'єктивістом. Очікувана грошова оцінка розраховується як сума здобутків розмірів виграшів на ймовірності цих виграшів. Якщо суб'єктивіст схильний до ризику, то його $БГЕ > ОГО$. Якщо не схильний, то $БГЕ < ОГО$. Пояснимо ці поняття на наступному прикладі. Нехай пропонується лотерея: за 10 грн. (вартість лотерейного квитка) гравець з рівною ймовірністю $p = 0,5$ може нічого не виграти або виграти 100 грн. Один індивід пожаліє і 10 грн. за право участі в такій лотереї, тобто просто не купить лотерейний квиток, інший ладен заплатити за лотерейний квиток 50 грн., а третій заплатити навіть 60 грн. за можливість отримати 100 грн. (наприклад, коли ситуація складається так, що тільки маючи 100 грн., гравець може досягнути своєї мети, тому можлива втрата останніх грошових коштів, а у нього їх рівно 60 грн., не міняє для нього ситуації). Тут $ОГО = 0,5 * 0 + 0,5 * 100 = 50$ грн.

Суб'єктивіст, як правило, готовий поступитися своїм правом на гру за меншу суму, оскільки для нього $БГЕ < ОГО$. Причинами такої поведінки можуть бути:

- фінансове становище гравця (можливо, він на грані банкрутства і йому необхідні грошові кошти);
- відношення гравця до ризику взагалі (схильність до ризику):
- настрої або стан здоров'я гравця;
- безліч інших, що навіть безпосередньо не відносяться до бізнесу, причин.

Величина БГЕ може змінюватися в залежності від зумовлених вказаними причинами обставин. Наприклад, у разі катастрофічної нестачі фінансових коштів (готівки) правом на гру можна поступитися і за більш низький еквівалент.

Методологія раціонального прийняття рішень в умовах невизначеності заснована на функції корисності індивіда, спирається на п'ять аксіом, які відображають мінімальний набір необхідних умов несуперечливої і раціональної поведінки гравця. Для компактного викладу аксіом нам буде потрібне наступне визначення.

Визначення 1. Припустимо, що конструюється гра, у якій індивід з імовірністю a отримує грошову суму x з імовірністю $(1 - a)$ - суму z . Цю ситуацію будемо позначати $G(x, z: a)$.

Аксіома 1. Аксіома можливості порівняння (повнота). Для всієї множини S невизначених альтернатив (можливих виходів) індивід може сказати, що або вихід x переважніше за вихід y ($x > y$), або $y > x$, або індивід байдужий у відношенні до вибору між x та y ($x \sim y$). Запис $x > y$ означає, що вихід x переважніше за вихід y або індивід байдужий у відношенні до вибору між x і y .

Аксіома 2. Аксіома транзитивності (спроможності). Якщо $x > y$ та $y > z$, то $x > z$. Якщо й $y \sim z$ то $x \sim z$.

Аксіома 3. Аксіома сильної незалежності. Припустимо, що ми конструюємо гру, в якій індивід з імовірністю a отримує грошову суму x та з імовірністю $(1 - a)$ – суму z , тобто $G(x, z: a)$. Сильна незалежність означає, що якщо індивід байдужий у відношенні до вибору між x і y ($x \sim y$), то він також буде байдужий у відношенні до вибору між грою (лотереєю) $G(x, z: A)$ і грою $G(y, z: a)$, тобто з $x \sim y$ слідує $G(x, z: A) \sim G(y, z: a)$.

Аксіома 4. Аксіома вимірності. Якщо $x > y \sim z$ або $x \sim y > z$, то існує єдина імовірність a , така, що $y \sim G(x, z: a)$.

Аксіома 5. Аксіома ранжування. Якщо альтернативи y та u знаходяться по перевазі між альтернативами x і z і можна побудувати гру, таку, що індивід байдужий у відношенні до вибору між y та $G(x, z: a_1)$, а також до вибору між u та $G(x, z: a_2)$, тоді при $a_1 > a_2$ $y > u$. Твердження аксіоми цілком відповідає здоровому глузду: чим більше ймовірність великого виграшу, тим більше гра “варта” того, тим більша плата зажадається за придбання права брати участь в цій грі. Якщо прийняти приведені аксіоми і передбачити, що люди віддають перевагу більшій кількості деякого блага, то все це в сукупності визначає раціональну поведінку ОУР.

При названих припущеннях американськими вченими Дж. Нейманом і О. Моргенштерном було показано, що ОУР при прийнятті рішення буде прагнути до максимізації очікуваної корисності. Іншими словами, з усіх можливих рішень він вибере те, яке забезпечує найбільшу очікувану корисність.

Сформулюємо визначення корисності за Нейманом-Моргенштерном.

Визначення 2. Корисність – це деяке число, що приписується особою, що ухвалює рішення (ОУР), кожному можливому виходу. Функція корисності Неймана-Моргенштерна для ОУР показує корисність, яку він приписує кожному можливому виходу. У кожній ОУР своя функція корисності, яка

показує його перевагу до тих або інших виходів в залежності від його відношення до ризику.

Визначення 3. Очікувана корисність події дорівнює сумі здобутків ймовірностей виходів на значення корисності цих виходів.

Для прийняття рішення у разі небайдужості ОУР до ризику необхідно уміти оцінювати значення корисності кожного з допустимих виходів. Дж. Нейман і О. Моргенштерн запропонували процедуру побудови індивідуальної функції корисності, яка (процедура) полягає в наступному: ОУР відповідає на ряд питань, виявляючи при цьому свої індивідуальні переваги, що враховують її відношення до ризику. Значення корисності можуть бути знайдені за два кроки:

Крок 1. Привласнюються довільні значення корисності виграшам для гіршого і кращого виходів, причому першій величині (гірший вихід) ставиться у відповідність менше число. Корисність виходу навіть для одного індивіда визначається не однозначно, а з точністю до монотонного перетворення. Нехай, наприклад, маємо x_1, x_2, \dots, x_n – суми, що приписуються очікуваним значенням виграшів. Тоді перетворення виду $\alpha + \beta x_1, \alpha + \beta x_2, \dots, \alpha + \beta x_n$ (де $\beta > 0$) будуть корисністю. Наприклад, якщо при розрахунку корисності прийняти $\alpha = 10$ і $\beta = 0,001$, то після перемноження сум виграшів, це буде еквівалентно лінійному перетворенню сум у функцію корисності.

Крок 2. Гравцеві пропонується на вибір: отримати деяку гарантовану грошову суму m , що знаходиться між кращим і гіршим значеннями S і s , або взяти участь у грі, тобто отримати з імовірністю p найбільшу грошову суму S і з імовірністю $(1 - p)$ – найменшу суму s . При цьому ймовірність потрібно змінювати (знижувати або підвищувати) доти, поки ОУР стане байдужим у відношенні до вибору між отриманням гарантованої суми і грою. Нехай вказане значення ймовірності рівне p_0 . Тоді корисність гарантованої суми визначається як середнє значення (математичне очікування) корисності найменшої і найбільшої сум, тобто

$$U(v) = p_0 U(S) + (1 - p_0) U(s). \quad (5.1)$$

У загальному випадку графік функції корисності може бути трьох типів (рис. 5.1):

- для ОУР, *не схильної до ризику*, – суворо угнута функція, у якої кожна дуга кривої лежить вище за свою хорду (рис. 5.1 а);
- для ОУР, *байдужої до ризику*, – пряма лінія (рис. 5.1 б);
- для ОУР, *схильної до ризику*, суворо опукла функція, у якої кожна дуга кривої лежить нижче за свою хорду (рис. 5.1 в).

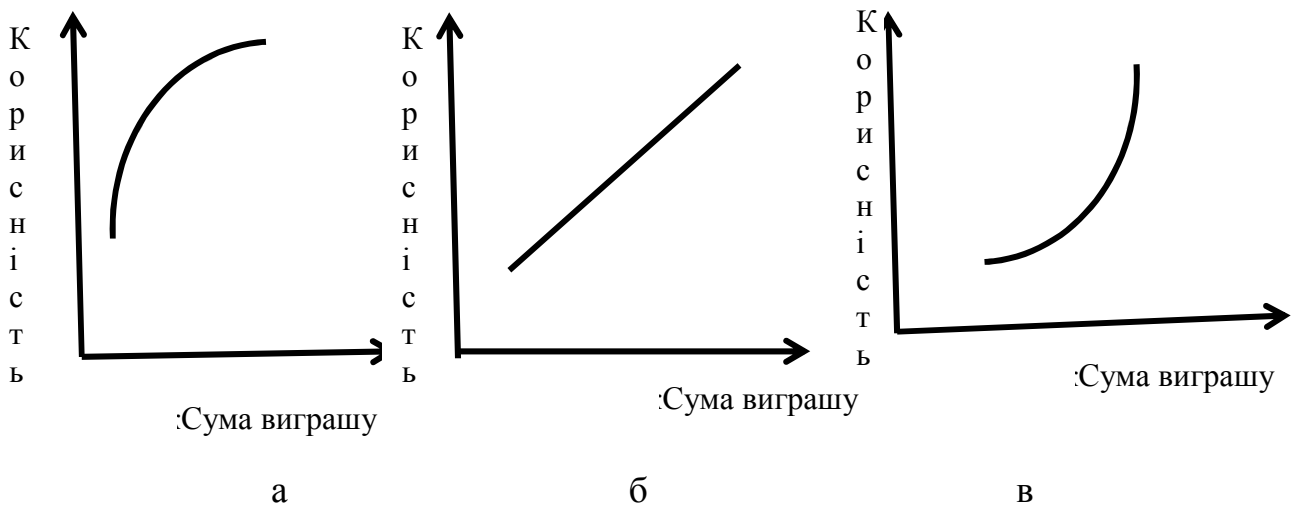


Рис. 5.1 – Типи функцій корисності Неймана-Моргенштерна для ОУР, не схильної до ризику (а), байдужої до ризику (б), схильної до ризику (в)

5.2. Вимірювання відношення до ризику

Розглянемо графік функції корисності, представленій на рис. 5.2. Для такого типу ОУР корисність середнього виграшу (корисність ОГО) більше очікуваної корисності гри: з імовірністю p виграти M_1 і з імовірністю $(1-p)$ виграти M_2 .

Формально ми маємо графік угнутої функції, про яку відомо, що ордината будь-якої точки кривої більше ординати точки хорди кривої.

Визначимо співвідношення, що характеризує ОУР, не схильної до ризику.

Неважно бачити, що $U(M_1)$ – значення корисності в точці А, $U(M_2)$ – значення корисності в точці В, $U(pM_1 + (1-p)M_2)$ – значення корисності в точці С.

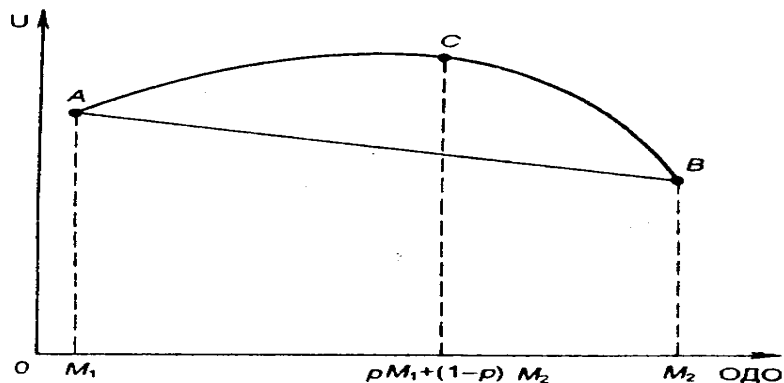


Рис. 5.2 – Графік функції корисності ОУР не схильного до ризику

Тоді

$$U(pM_1 + (1-p)M_2) > \frac{M_2 U(M_1) - M_1 U(M_2)}{M_2 - M_1} + \frac{U(M_2) - U(M_1)}{M_2 - M_1} (pM_1 + (1-p)M_2)$$

або

$$U(pM_1 + (1-p)M_2) > pU(M_1) + (1-p)U(M_2). \quad (5.2)$$

Така нерівність характерна для функцій корисності ОУР, не схильних до ризику. Вона дійсно показує, що корисність середнього виграшу (корисність ОГО) більше очікуваної корисності гри: з імовірністю p виграти M_1 і з імовірністю $(1-p)$ виграти M_2 .

Аналогічно для функцій корисності ОУР, схильних до ризику, справедлива нерівність

$$U(pM_1 + (1-p)M_2) < pU(M_1) + (1-p)U(M_2). \quad (5.3)$$

Для функцій корисності ОУР, байдужих (**нейтральних**) до ризику, має місце рівняння

$$U(pM_1 + (1-p)M_2) = pU(M_1) + (1-p)U(M_2). \quad (5.4)$$

Схильність або несхильність ОУР до ризику, як вже відмічалось, залежить від її фінансового положення, поточної ситуації прийняття рішення та інших чинників. Інакше кажучи, ця характеристика ОУР не є абсолютною, властивою їй при будь-яких обставинах.

Припустимо тепер, що має місце гра (лотерея) з альтернативами a і b , тобто $G(a, b: a)$.

- якщо $U(E(W)) > E(U(W))$, гравець не схильний до ризику;
- якщо $U(E(W)) = E(U(W))$, гравець нейтральний (байдужий) до ризику;
- якщо $U(E(W)) < E(U(W))$, гравець схильний до ризику.

Тут E і U відповідно символи математичного сподівання та функції корисності.

5.3. Страхування від ризику

Максимальна плата за ризик. Нехай корисність виражається логарифмічною залежністю $U(W) = \ln(W)$. Визначимо, яку максимальну суму S_{max} побажає заплатити ОУР, щоб уникнути гри, в якій з імовірністю p вона виграє W_1 і з імовірністю $1-p$ виграє W_2 . Значення очікуваної корисності гри становить

$$E(U) = pU(W_1) + (1-p)U(W_2),$$

що відповідає гарантованому виграшу $W_r = EXP(U_0)$. З іншого боку, сума очікуваного виграшу у разі гри

$$ОГО = p W_1 + (1-p) W_2,$$

тоді, щоб уникнути гри, ОУР погодиться заплатити максимальну суму, рівну

$$S_{max} = OGO - E(U). \quad (5.5)$$

З цього слідує, що, якщо ОУР пропонують застрахуватися від гри й просять за це суму, меншу, ніж S_{max} , їй вигідно прийняти пропозицію. У цьому випадку величина, рівна S_{max} , – премія (максимальна плата) за ризик.

Попит на страхування. Нехай фінансове становище індивіда оцінюється заданим значенням W . Припускається, що можна обчислити імовірність p втрати деякої частини цього стану сумою, що визначається, як $L \leq W$ (наприклад, внаслідок пожежі). Індивід може купити страховий поліс, у відповідності з яким йому відшкодують понесений збиток у розмірі q . Плата за страхування складає πq , де π - частка страхування в об'ємі нанесеного збитку. Проблема складається у визначенні значення q . Рішення зводиться до задачі максимізації по q очікуваної корисності фінансового становища індивіда в ситуації, коли з імовірністю p страховий випадок відбувається, і з імовірністю $(1-p)$ – не відбувається

$$\max_q [pU(W - L - \pi q + q) + (1 - p)U(W - \pi q)]. \quad (5.6)$$

Рішення має вигляд:

$$\frac{U'(W - L - \pi q^* + q^*)}{U'(W - \pi q^*)} = \frac{(1 - p)\pi}{p(1 - \pi)}. \quad (5.7)$$

де q^* - оптимальне значення q . Припускаючи відомим вигляд функції U , знаходимо значення q^* .

Розрахуємо очікуваний прибуток страхової компанії, враховуючи, що страховий випадок має ймовірнісний характер. Якщо страховий випадок стався, компанія отримує прибуток $\pi q - q$. Якщо страховий випадок не наступив, компанія отримує прибуток πq . Тому очікуваний прибуток компанії

$$p(\pi q - q) + (1 - p)\pi q = p\pi q - pq + \pi q - p\pi q = q(\pi - p), \quad (5.8)$$

де p – імовірність настання страхового випадку.

Конкуренція між страховими компаніями зменшує прибуток, який в умовах довершеної конкуренції прагне до нуля, тобто з умови $q(\pi - p) = 0$ слідує, що $\pi \rightarrow p$. Це означає, що частка платежу від суми, що страхується π , наближається до ймовірності нещасного випадку p . Якщо співвідношення $\pi = p$ увести в умову максимуму очікуваної корисності, то отримаємо:

$$U(W - L - \pi q^* + q^*) = U(W - \pi q^*). \quad (5.9)$$

Якщо споживач не схильний до ризику, то $U'(W) < 0$, і з рівності перших похідних слідує рівність аргументів, тобто $W - L + \pi q^* = W - \pi q^*$, звідки $L = q^*$.

Висновок. Страхуватися доцільно на суму, яку можна втратити внаслідок нещасного випадку.

Приклади.

Приклад 1. Досліджуємо реалістичність критерію вибору рішення, заснованого на розрахунку ОГО. Розглянемо дві альтернативи:

1) виграш 1 000 000 грн. з імовірністю 1:

2) гра (лотерея): виграш 2 100 000 грн. з імовірністю 0,5 і програш 50 000 грн. з імовірністю 0,5. У цьому випадку

$$\text{ОГО} = 0,5 * 2\,100\,000 - 0,5 * 50\,000 = 1\,025\,000 \text{ грн.}$$

Відносно середнього виграшу, що отримується, вказані альтернативи практично еквівалентні, і якщо гравець байдужий до ризику, він вибере другу альтернативу. Якщо він до ризику не байдужий, а переважне число людей є саме такими, то вибір буде залежати головним чином від фінансового становища гравця. Гравці, що мають скромний грошовий прибуток, вважатимуть за краще не ризикувати й виберуть гарантований виграш. Для ОУР, що володіє досить великим капіталом, програш в 50 000 грн. невеликий, він вважатиме за краще ризикнути. Ризикувати будуть також гравці, патологічно схильні до фінансових авантур.

Приклад 2. *Петербурзький парадокс* (гра вигадана петербурзькими гусарами). Грають двоє. Один кидає монету доти, поки не випаде «орел». Виграш рівний $(2)^n$ руб., де n – кількість кидків до появи «орла». Очікувана величина виграшу:

$$\text{ОГО} = 2\left(\frac{1}{2}\right) + (2)^2\left(\frac{1}{4}\right) + (2)^3\left(\frac{1}{8}\right) + \dots = 1 + 1 + 1 + \dots \rightarrow \infty$$

Навряд чи який-небудь гравець погодиться заплатити за право брати участь в цій грі суму, яка дорівнює ОГО: ця сума нескінченно велика.

Приклад 3. Дослідимо проблему, як доцільніше поступити ОУР: грати або отримати гарантований виграш, рівний очікуваному виграшу. Нехай функція корисності гравця визначена як $U(W) = \ln(W)$, де W – величина статків. Нехай гра полягає у виграші 5 грн. з імовірністю 0,8 і у виграші 30 грн. з імовірністю 0,2. Очікувана величина виграшу (ОГО):

$$E(W) = 5 * 0,8 + 30 * 0,2 = 10 \text{ грн.}$$

Для вказаної логарифмічної функції корисності маємо залежність, виражену в таблиці.

W	1	5	10	20	30
$U(W)$	0	1,61	2,30	3,00	3,40

Розрахуємо корисність ОГО для даної гри:

$$U(E(W)) = U(10) = Ln(10) = 2,3,$$

тобто корисність відмови від гри при отриманні гарантованого виграшу, рівний 10 грн. (ОГО даної гри), оцінюється в 2,3 ютиля (ютиль – умовна одиниця корисності, від англійського utility – корисність). Якщо ОУР віддасть перевагу грі, то

$$E(U(W)) = 0.8U(5) + 0.2U(30) = 0,8*1,61 + 0,2*3,40 = 1,97 \text{ ютиля.}$$

Для розглянутої логарифмічної функції корисності більшою корисністю володіє варіант отримання гарантованого виграшу, рівному $E(U(W))=ОГО$, а не участь в грі ($2,3 > 1.97$). Така ОУР не схильна до ризику.

Приклад 4. Нафтопереробна фірма вирішує питання про буріння свердловини. Відомо, що якщо фірма буде бурити, то з імовірністю 0,6 нафти знайдено не буде; з імовірністю 0,1 запаси родовища становитимуть 50 000 т; з імовірністю 0,5 – 100 000 т; з імовірністю 0,1 – 500 000 т; з імовірністю 0,05 – 1 000 000 т. Якщо нафта не буде знайдена, то фірма втратить 50 000 грн.; якщо потужність родовища становитиме 50 000 т, то втрати знизяться до 20 000 грн.; потужність родовища в 100 000 т принесе прибуток 30 000 грн.; 500 000 т - 430 000 грн.; 1 000 000 т – 930 000 грн.

Неважко розрахувати очікуване значення виграшу: $ОГО = 0,6(- 50 000) + 0,1(- 20 000) + 0,5*30 000 + 0,1*430 000 + 0,05*930 000 = 62 000$ грн. Якщо ОУР, що представляє фірму, байдужа до ризику й ухвалює рішення про проведення бурових робіт на основі розрахованого ОГО, то вона сприймає очікувану корисність як пропорційну ОГО, вважаючи $U = 62$. Враховуючи, що U – індивідуальне число, що характеризує ОУР, нулі, що відповідають розрахунку ОГО, можна відкинути. У цьому випадку функція корисності $U(v)$, де v – прибуток, що отримується при різних виходах, є прямою з позитивним нахилом. Нижче буде показано, що U можна задавати з точністю до деякого монотонного перетворення.

Розрахуємо корисність результатів будь-якого з можливих виходів. Нехай для ОУР байдуже - втратити 20 000 грн. або взяти участь у грі (виграш 930000 грн. з імовірністю 0,1 або програш 50000 грн. з імовірністю 0,9). За формулою (1) маємо $U(-20) = 0,1; U(930) + 0,9U(-50) = 5$, при цьому за визначенням прийнято, що $U(-50)=0, U(930)=50$, звідки слідує, що $U(-20)=5$. Таким чином, якщо визначена шкала вимірювання, то може бути побудована функція корисності ОУР (рис. 5.3).

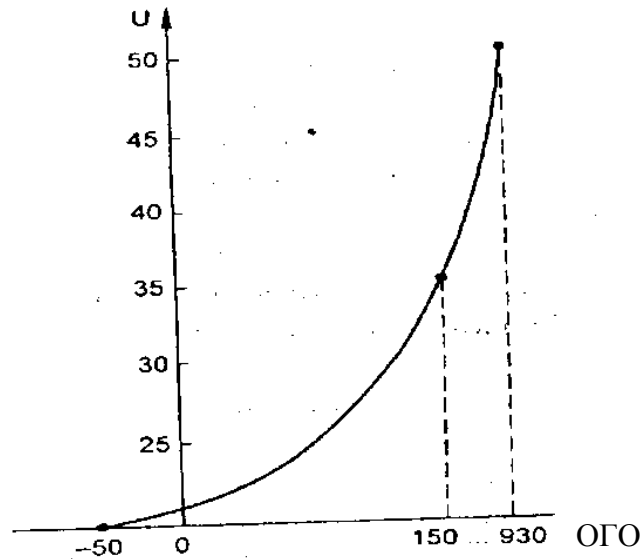


Рис. 5.3 – Графік корисності для прикладу 4

Приклад 5. Оптимальна величина страхування. Ювелір володіє діамантом вартістю 100 000 грн. і бажає застрахувати його від крадіжки. Страхівка купується за правилом: ціна страховки становить 20 % від суми, яку страхують. Наприклад, якщо діамант страхується на всю вартість (100 000 грн.), страховка коштує 20 000 грн., якщо страхується на половину ціни (50 000 грн.), то страховка обходиться в 10 000 грн. Якщо ювелір буде знати (побудує) свою функцію корисності, він зможе розрахувати, на яку оптимальну суму потрібно застрахувати дорогу річ.

Ювелір може виявитися в одній з двох ситуацій: 1) діамант украдений; 2) діамант не украдений. Чим більше сума страхування, тим більше його кошти (капітал), якщо діамант украдений, але тим менше його кошти, якщо діамант не украдений.

Якщо діамант застрахований на 50 000 грн., мають місце два випадки:

1. Діамант украдений. При цьому капітал ювеліра розраховується таким чином: $50\,000 - 10\,000 = 40\,000$ грн.

2. Діамант не украдений. У цьому випадку капітал ювеліра складе: $100\,000$ (діамант) - $10\,000$ (страховка) = $90\,000$ грн.

Якщо діамант застрахований на 100 000 грн., то у разі:

а) крадіжки діаманта капітал становитиме $100\,000 - 20\,000 = 80\,000$ грн.;

б) якщо діамант не украдений, капітал також становитиме 80 000 грн.

Визначимо капітал ювеліра у випадку, якщо діамант не украдений, через Y_n , тоді

$$Y_n = 100\,000 - 0,2K,$$

де K – сума страхування.

Якщо діамант украдений, то капітал ювеліра визначимо як $Y_l = 0,8K$. Відповідний графік, що відображає бюджетне обмеження, представлений на

рис. 5.4. Припустимо, що можна за допомогою експертів визначити імовірність p того, що діамант буде украдений. Тоді корисність капіталу Y_1 рівна $U(Y_1)$. Імовірність того, що діамант не украдений, складає $(1-p)$ і $U(Y_n)$ – корисність капіталу Y_n в цьому випадку). Очікувана корисність U «гри» (з імовірністю p діамант украдений і з імовірністю $(1-p)$ – не украдений) визначається вираженням

$$U = pU(Y_1) + (1-p)U(Y_n).$$

Значення Y_1 і Y_n потрібно вибирати таким чином, щоб очікувана корисність була максимальною, тобто

$$pU(Y_1) + (1-p)U(Y_n) \rightarrow \max.$$

Нехай точка дотику кривої байдужості (лінія однакової корисності) на рис. 8 відповідає $Y_n = 86\ 000$ грн., $Y_1 = 56\ 000$ грн. Тоді маємо: $86\ 000 = 100\ 000 - 0,2K$, звідки оптимальна величина страхування $K = 70\ 000$ грн.

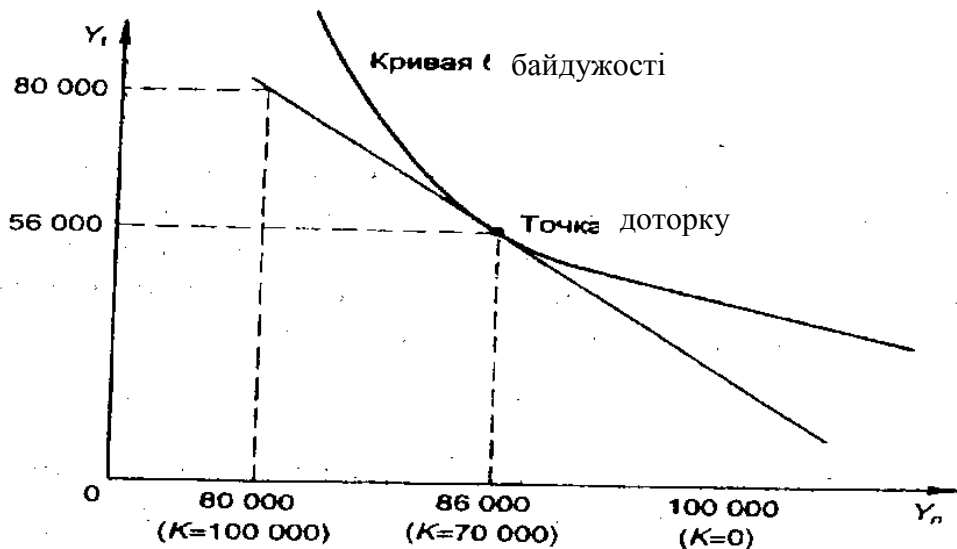


Рис. 5.4 – Графічне рішення прикладу 5

5.4. Корпоративна функція корисності

Загальною тенденцією економічного розвитку є корпоратизація виробництва. Першою причиною цього явища є намагання великих підприємств розширити сферу власного впливу за рахунок поглинання малих підприємств, другою – бажання малих підприємств отримати стабільний рівень доходів, який можливий тільки, якщо мале підприємство стає часткою великої корпорації.

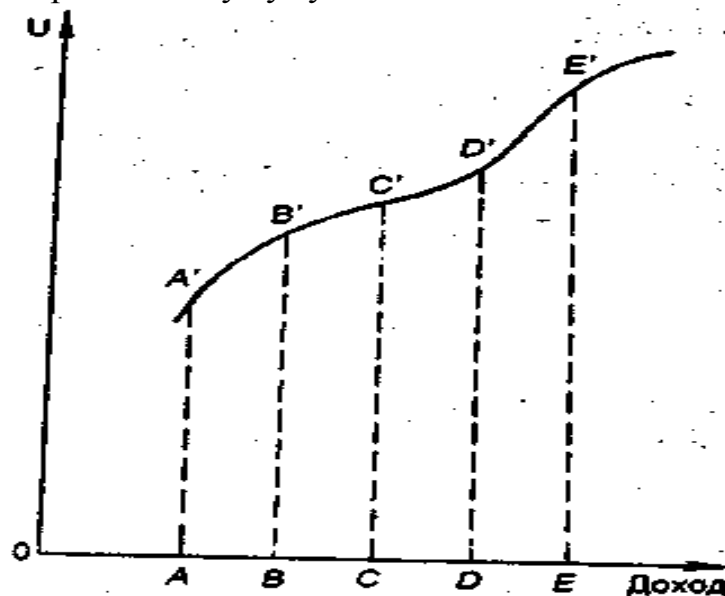
Іншим аспектом цього явища є витіснення малих підприємств великими з ринку товарів та послуг за рахунок меншої ціни та кращої якості продукції [5]. Третій аспект – це монополістичний вплив великих підприємств на загальну політику в регіоні чи у цілій державі.

У зв'язку з тенденціями, окресленими вище, виникає проблема прийняття корпоративних рішень, в першу чергу, при розгляданні якогось інвестиційного проекту. Причому, до поняття інвестиційного проекту завжди можна звести будь-яку економічну ситуацію, яка може призвести до зміни фінансових показників корпорації (аварії, виключення податкових пільг, глобальна зміна тенденцій на споживчому ринку, тощо).

Прийняття рішень у цьому випадку провадиться шляхом консультацій керівництва корпорації зі своїми підрозділами з наступним виробленням рішення на загальних зборах керівництва із подальшою ухвалою цього рішення керівником корпорації (особою, яка ухвалює рішення – ОУР).

Такий механізм прийняття рішень достатньо громіздкий, щоби прийняти рішення за короткий термін часу. До того ж, на прийняття рішення можуть вплинути емоційні фактори, які унеможливають прийняття виваженого рішення. Очевидно, що потрібна процедура прийняття корпоративних рішень на підставі числових характеристик осіб, які готують рішення до затвердження.

Отже, у загальному випадку графік функції корисності особи будується по трьом точкам і може бути трьох типів (рис. 5.1). Але, для групи осіб ця крива має хвилястий характер (рис. 5.5), оскільки індивідуальна крива корисності залежить від розміру власних статків особи, а ці статки для різних осіб можуть відрізнятися у декілька разів – одна особа може ризикнути сумою в мільйон гривень, а інша не заробить таку суму і за все життя.



5.5 – Крива корисності, що змінюється в залежності від суми доходу

Для створення корпоративної функції корисності пропонується наступна процедура:

1. Визначається кількість ієрархічних рівнів корпорації – K ;
2. Для кожного рівня визначається найбільша сума, якою може порядкувати особа i -го ($1 \leq i \leq K$) рівня ієрархії – S_i ($0 \leq S_{i-1} \leq S_i$);
3. Кожній такій сумі ставиться у відповідність своя корисність у вигляді числа, яке є результатом лінійного перетворення суми (наприклад, для 10 тис. грн. – 1, для 1 млн. грн. – 100);
4. Для визначення функції корисності i -го рівня ієрархії збираються всі співробітники корпорації цього рівня ієрархії і їм пропонується ухвалювати колективне рішення за кроками 1 та 2 з пункту 5.1. Причому, в якості суми s приймається найбільша сума з нижчого рівня ієрархії S_{i-1} , а суми S – найбільша з цього рівня S_i . Для першого рівня ієрархії приймається сума $s = (0,1-0,5) S_i$;
5. Отримавши по три пари чисел корисності і відповідній їх сумі для кожного ієрархічного рівня корпорації, зведемо їх у таблицю, значення якої відсортовані за зростаннями сум;
6. Засобами регресійного аналізу знаходимо коефіцієнти a_i залежності корисності від суми виду

$$U_{A1} = \sum_{i=0}^{K-1} a_i s^i . \quad (5.10)$$

Індекс a_1 означає, що це перший етап апроксимації;

7. Для кожного значення суми з таблиці початкових даних, розрахувати величину U_{A1p} і утворити новий рядок значень

$$U_{\Phi 2} = U_{\Phi 1} - U_{A1p}, \quad (5.11)$$

де $U_{\Phi 1}$ – фактичні значення корисності з таблиці;

8. Утворити ще один стовпець таблиці для розрахунку функції виду

$$U_{A2} = A \sin(Bs + C) + D \sin(Es + G), \quad (5.12)$$

де $A-G$ – коефіцієнти;

9. Для всіх значень аргументу і довільних значень констант розрахувати величину $U_{\Phi 2}$;

10. Для кожного значення функції знайти $(U_{A2} - U_{\Phi 2})^2$ і вирішити оптимальну задачу методами нелінійного програмування з функціоналом виду

$$\sum_{j=1}^N (U_{A2j} - U_{\Phi 2j})^2 \rightarrow 0, \quad (5.13)$$

а параметрами, що змінюються, будуть константи $A - H$. Тут N – розмір вибірки, який завжди дорівнює $3K$.

Завдяки запропонованому алгоритму ми отримуємо корпоративну функцію корисності виду

$$U_A = \sum_{i=0}^{K-1} a_i s^i + A \sin(Bs + C) + D \sin(Es + G), \quad (5.14)$$

яку можна використовувати при прийнятті корпоративних рішень наступним чином.

Нехай перед корпорацією виникла фінансова проблема, яку в загальному вигляді завжди можна сформулювати у вигляді таблиці, в якій кожному можливому виходу цієї проблеми, який характеризується певною сумою s_j поставити в залежність імовірність цього виходу p_j ($1 \leq j \leq M$), де M – кількість можливих виходів фінансової проблеми.

Знайдемо середній очікуваний вихід фінансової проблеми як

$$S_{ОВП} = \sum_{j=1}^M s_j p_j \quad (5.15)$$

Знайдемо також середню очікувану корисність фінансової проблеми як

$$U_{ОВП} = \sum_{j=1}^M U_A(s_j) p_j \quad (5.16)$$

та корисність середнього очікуваного виходу як $U_A(S_{ОВП})$.

Якщо фінансова проблема є інвестиційним проектом, то цей проект приймається в разі коли

$$U_{ОВП} \leq U_A(S_{ОВП}). \quad (5.17)$$

Якщо це можливість втратити якусь суму, то сума на яку варто застрахувати корпорацію при виникненні фінансової проблеми буде знайдена

$$S_{СТР} = S_{ОВП} - S[U_{ОВП}], \quad (5.18)$$

де $S[U_{ОВП}]$ – сума, яка відповідає середній очікуваній корисності фінансової проблеми. Вона може бути знайдена графічно, або за допомогою вирішення оптимальної задачі методом нелінійного програмування виду

$$U_A(s) - U_{ОВП} \rightarrow \min, \quad (S_I \leq s \leq S_K). \quad (5.19)$$

Приклад.

Розглянемо результати визначення корпоративної функції корисності для корпорації, яка має 5 ієрархічних рівнів. Для співробітників цієї корпорації була проведена процедура за п.1-10, яка дозволила отримати наступну апроксимацію корпоративної функції корисності для умовних значень сум

$$U_A(s) = 0,001089 \cdot s^2 - 0,00861 \cdot s + 0,388862 - 1,3054 \cdot \text{Cos}(1,1115 \cdot s + 0,7319) + 0,4465 \cdot \text{Sin}(0,566 \cdot s + 3,614).$$

На рис. 5.6 наведено графічне зображення порядку утворення поліноміальної апроксимації за п.6, а на рис. 5.7 – періодичної – за п.8.

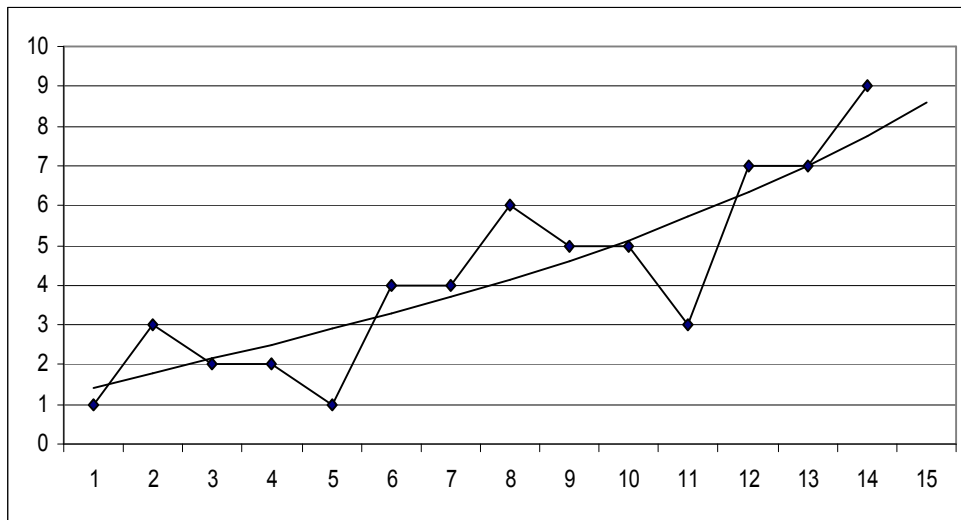


Рис. 5.6 – Вимірний графік корпоративної функції корисності (♦) та його апроксимація степеневим поліномом (--)

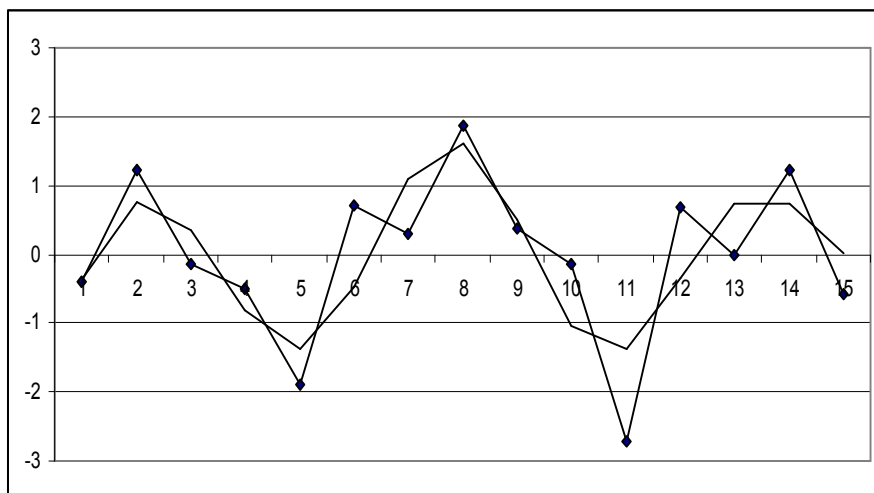


Рис. 5.7 – Періодична складова корпоративної функції корисності (♦) та її апроксимація (--)

Перед корпорацією постала фінансова проблема, яка характеризувалася

наступними умовними значеннями фінансових виходів (4; 8; 15) з імовірностями (0,3; 0,3; 0,4). Очікуваний вихід проблеми за (2) становило 9,6 ум. од.; очікувана корисність за (3) дорівнює 6,2; корисність середнього очікуваного виходу за (4) –4,13. Розмір суми, на яку треба застрахуватися корпорації, щоби уникнути негативних наслідків за цією проблемою становив $9,6 - 8,9 = 0,7$ ум. од.

5.5. Визначення міри ризикованості при розрахунку ліміту товарного кредиту

Товарним кредитом називається віддача в борг одним підприємством іншому якийсь товар, за який потім виконуються розрахунки.

Одним із популярних методів розрахунку обсягів товарного кредиту (ліміту) є метод, де ліміт розраховується як певний відсоток від власного капіталу за наступною формулою

$$L = K \cdot BK, \quad (5.20)$$

де L – сума ліміту; K – коригуючий коефіцієнт; BK – власний капітал підприємства-кредитора.

Різні джерела по-різному визначають величину цього коефіцієнта. Інколи говориться, що ліміт повинен складати 10-20%, а в деяких країнах він доходить до 30-40%.

Перевага цього методу в простоті розрахунку. А при практичному застосуванні виникає ускладнення у тому, що відсутнє чітке обґрунтування величини коригуючого коефіцієнту K . Діапазон значень від 10% до 40% не визначає конкретної величини при розрахунку ліміту для конкретного випадку. Хоча очевидним є той факт, що всі автори під цим коефіцієнтом розуміють міру ризику.

З основних положень функції корисності можна зробити висновок, що чим вище від AB (рис. 5.8) знаходиться точка байдужості $E[m, U(m)]$ кривої функції корисності ОУР, тим особа менш схильна до ризику, або чим нижче від AB знаходиться точка байдужості $D[m, U(m)]$ тим більш схильна до ризику особа, функція корисності якої вимірюється. Отже, якщо особа є абсолютно обережною, в запропонованій грі вона завжди буде обирати ймовірність виграшу найбільшої суми близькою до 100%, Це призведе до того, що розрахунок корисності гарантованої суми m дасть значення, близькі до $U(S_2)$ – це точка C , – тобто такі, які відповідають сумі S_2 , а якщо абсолютно ризиковою – то вона завжди буде обирати ймовірність виграшу найбільшої суми близькою до 0%. Це призведе до того, що розрахунок корисності гарантованої суми m дасть значення, близькі до $U(S_1)$, тобто такі, які відповідають сумі S_1 . Це точка D .

Тоді, для абсолютно обережної особи крива функції корисності пройде через точки ACB , а для абсолютно ризикової особи – через точки ADB . Довжина прямої CD буде визначати максимально можливий діапазон поміж абсолютним ризиком та абсолютною обережністю. Довжину лінії CD можна знайти за правилом розрахунку відстаней поміж двома точками $C[m, U(S_2)]$ і $D[m, U(S_1)]$, яка є паралельною осі ординат [4, 5], за формулою

$$\rho(C, D) = U(S_2) - U(S_1). \quad (5.21)$$

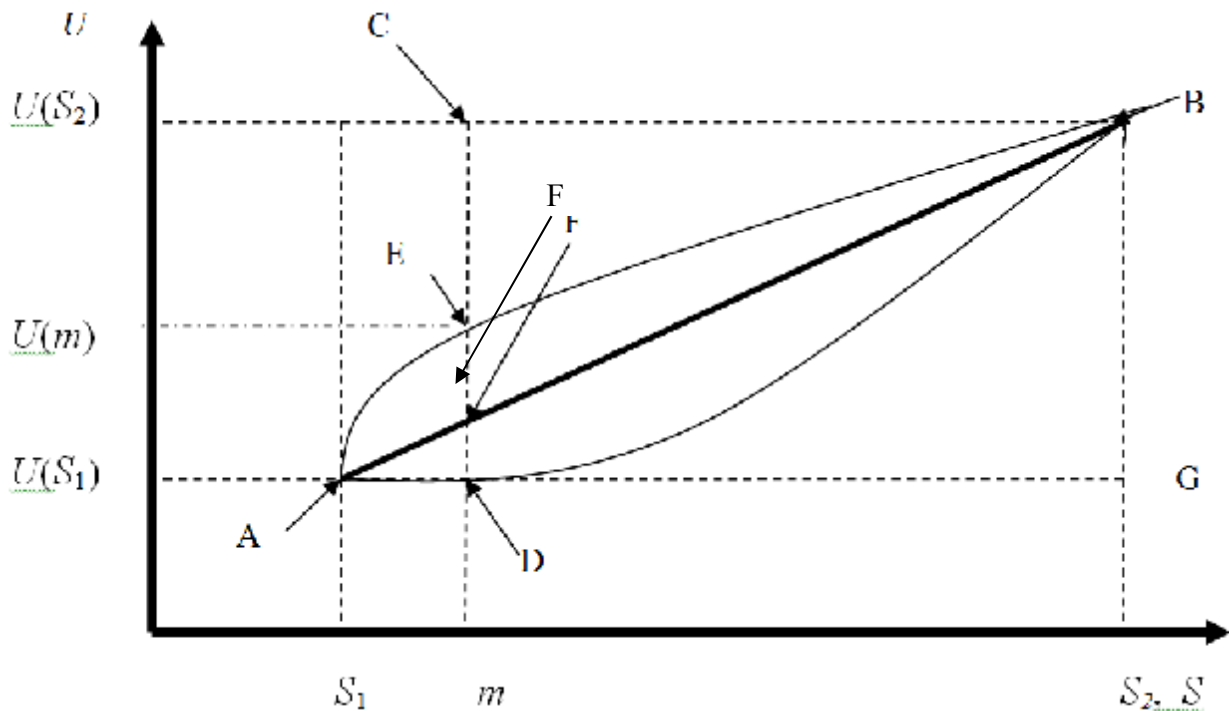


Рис. 5.8 – Визначення функції корисності особи, яка ухвалює рішення

Відстань (5.21) може слугувати абсолютною мірою максимально можливого діапазону «ризиковість-неризиковість» для конкретної ОУР. Після знаходження третьої точки на графіку функції корисності – $E[m, U(m)]$ – яка теж лежить на прямій CD , можна зробити наступний висновок. Чим ближче ця точка до т. C , тим менш ризиковим є ОУР, а значить і тим більшу суму власного капіталу можна йому дозволити віддати у товарний кредит. Тоді, коригуючий коефіцієнт K з (1) можна визначити як відношення довжини ED до довжини CD

$$K = \frac{\rho(E, D)}{\rho(C, D)}. \quad (5.22)$$

Коефіцієнт завжди буде змінюватися в межах $[0,1]$ або $[0\%, 100\%]$, оскільки $\rho(E, D) \leq \rho(C, D)$. Чим він більший – тим менш ризиковою є ОУР і тим більшу суму капіталу можна дозволити їй віддати у товарний кредит.

Відстань $\rho(E, D)$ аналогічно (5.21) знаходить як

$$\rho(E, D) = U(m) - U(S_1). \quad (5.23)$$

Підставивши (5.22)-(5.23) у (5.21) отримаємо числове значення коефіцієнта ризикованості, знайдене за результатами вимірювання функції корисності конкретної ОУР

$$K = \frac{U(m) - U(S_1)}{U(S_2) - U(S_1)}. \quad (5.24)$$

Підставимо (5.21) у (5.24)

$$\begin{aligned} K &= \frac{p_0 U(S_2) + (1 - p_0) U(S_1) - U(S_1)}{U(S_2) - U(S_1)} = \frac{p_0 U(S_2) + U(S_1) - p_0 U(S_1) - U(S_1)}{U(S_2) - U(S_1)} = \\ &= \frac{p_0 U(S_2) - p_0 U(S_1)}{U(S_2) - U(S_1)} = \frac{p_0 [U(S_2) - U(S_1)]}{U(S_2) - U(S_1)} = p_0 \end{aligned} \quad (5.25)$$

Отже, коефіцієнт ризиковості є імовірністю виграти найбільшу суму, при якій настає точка байдужості, – чи брати гарантовану суму m , чи прийняти участь у грі і заплатити цю суму.

Окрім двох характерних значень параметру p_0 – нуль для абсолютно ризикової особи та один для абсолютно неризикової – інтерес представляє значення ймовірності для особи, байдужої до ризику, лінія функції корисності якої представлена прямою AB . Ця ймовірність характеризується точкою F , що лежить на перетині прямих AB та CD .

Величина корисності, яка відповідає т. F складається з $U(S_1)$ та DF . останню можна знайти за правилом подібності $\triangle ABG$ та $\triangle AFD$, як таких, що мають три однакові кути $\frac{DF}{BG} = \frac{AD}{AG}$ звідкіля

$$DF = \frac{AD}{AG} BG = \frac{m - S_1}{S_2 - S_1} [U(S_2) - U(S_1)].$$

Тоді ордината т. F дорівнює $DF + U(S_1)$. Позначивши ймовірність p_0 для особи, байдужої до ризику, як p_B , підставимо значення ординати у (5.1)

$$\frac{m - S_1}{S_2 - S_1} [U(S_2) - U(S_1)] + U(S_1) = p_B U(S_2) + (1 - p_B) U(S_1).$$

Після перетворень отримаємо значення ймовірності для особи, байдужої до ризику

$$p_A = \frac{m - S_1}{S_2 - S_1}. \quad (5.26)$$

Тепер параметр p_0 можна використовувати як коригуючий коефіцієнт в (5.20) при розрахунку ліміту товарного кредиту.

Приклад.

Було проведено вимірювання функції корисності для керівника підприємства та його заступника.

Граничні суми гри були позначені такі:

$$S_1 = 10\,000 \text{ грн}, \quad S_2 = 100\,000 \text{ грн.}$$

Гарантовану суму виграшу було визначено $m = 20\,000$ грн.

Відповідні значення корисності для граничних сум були обрані як

$$U(S_1) = 1, \quad U(S_2) = 10.$$

Після проведення гри виявилось, що точка байдужості була досягнута при ймовірності виграшу більшої суми: для керівника $p_0 = 0,85$, а для заступника $p_0 = 0,63$. За (5.1) було розраховано значення корисності, яке відповідає цим точкам байдужості

Для директора $U(m) = 10 \cdot 0,75 + (1 - 0,85) \cdot 1 = 8,65$.

Для заступника $U(m) = 10 \cdot 0,63 + (1 - 0,63) \cdot 1 = 6,67$.

За (5.24) було розраховано коефіцієнти ризиковості для обох керівників.

Для директора $K = \frac{9,65 - 1}{10 - 1} = 0,85$,

а для його заступника $K = \frac{6,67 - 1}{10 - 1} = 0,63$.

Як видно з розрахунків, значення цих коефіцієнтів дорівнюють p_0 .

Величину p_B знайдено за умовами гри $p_A = \frac{20000 - 10000}{100000 - 10000} = 0,11$.

Отже, проведені дослідження показують, що директору рекомендується надавати товарний кредит згідно (5.20) до 85% вартості власних коштів, а його заступнику – не більше 63%.

5.6. Індивідуальне завдання №5

Завдання: Вивчити методи побудови функції корисності та розрахунків з її використанням.

Порядок виконання: для визначення свого варіанту студент використовує номер за списком навчальної групи і обирає дані з табл. 5.1 – 5.4.

Методичні вказівки: завдання складається з трьох частин. Студент має вирішити задачі з усіх них.

Частина I

1. Припускається, що типова функція корисності прибутку для людини має вигляд, показаний на рис. 5.10. Визначте, чи вважатиме така людина за краще отримати зі стовідсотковою визначеністю прибуток B або взяти участь у грі, у якій з імовірністю 0,5 отримує прибуток A і з імовірністю 0,5 – прибуток C , де $B = A/2 + C/2$?

Чи вважатиме людина з такою функцією корисності за краще отримати зі стовідсотковою визначеністю прибуток D або взяти участь у грі, у якій виграє суму C з імовірністю 0,5 і суму E з імовірністю 0,5 ($D = C/2 + E/2$)?

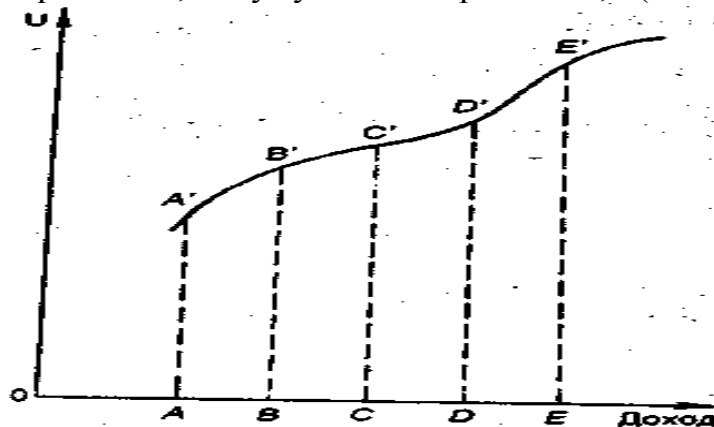


Рис. 5.10 – Типова функція корисності прибутку для людини

2. У професійному тенісі нерідко має місце практика ділення призів за перше і друге місця порівну між фіналістами (таємна змова до початку змагання). Наприклад, якщо перший приз рівний 100 000 грн., а другий – 32 000 грн., то кожний отримує по 66 000 грн.

$$(66\ 000 = (100\ 000 + 32\ 000) / 2).$$

Визначте:

- Якщо гравець схильний до ризику і упевнений, що його виграш і програш рівноймовірні (50%), то чи погодиться він брати участь в діленні? Прийняти, що перший приз – A грн., другий – B грн.
- Припустимо, що функція корисності одного з гравців має вигляд, представлений на рис. 5.9. Побажав би такий гравець брати участь у діленні призів, якщо шанс виграти становить $C\%$?
- Як правило, гравці, що попали в фінал, не погоджуються на попереднє ділення призів, оскільки вони упевнені в своїй перемозі. Яка повинна бути мінімальна імовірність виграшу, щоб з представленою на рис. 5.9 функцією корисності розраховувати на отримання призу за перше місце?

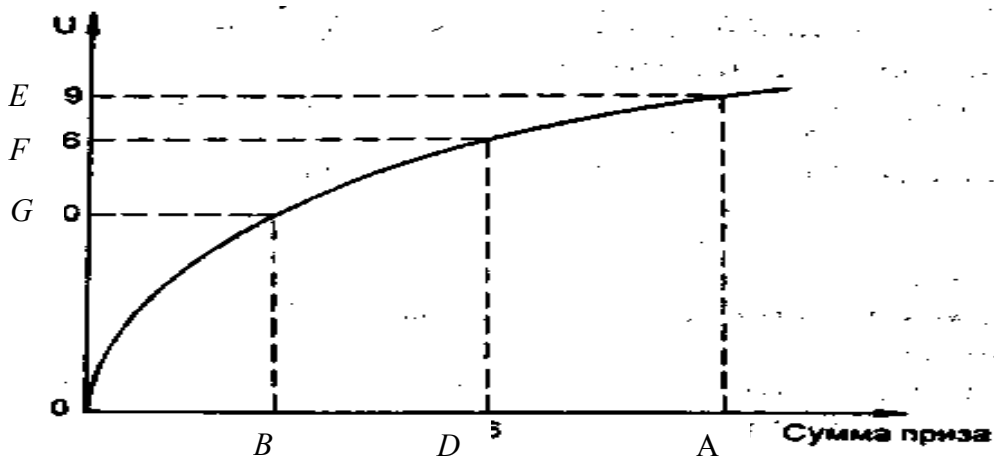


Рис. 5.9 – Функція корисності одного з гравців

Таблиця 5.1

Числові значення для п.2

№ п/п	A	B	C	D	E	F	G
1	113762	36713	0,545	49864	24	17	11
2	138036	26044	0,518	44140	29	19	16
3	139082	27866	0,536	40405	26	20	16
4	130107	35657	0,518	58464	28	18	15
5	136059	24543	0,537	36710	29	20	16
6	151018	33229	0,473	58248	24	22	16
7	128221	15749	0,501	52618	28	18	14
8	140230	30913	0,577	61833	22	19	14
9	114952	29455	0,455	53022	21	16	12
10	150536	37611	0,519	59446	31	23	17
11	142440	33562	0,547	64270	22	20	15
12	109822	32424	0,528	52917	23	16	12
13	143218	15934	0,435	50413	28	20	16
14	104656	19425	0,473	45222	23	15	10
15	136346	17285	0,522	41716	30	20	14
16	116913	44358	0,56	49731	24	17	12
17	129720	19222	0,449	48772	23	19	13
18	120340	20206	0,55	36859	23	18	13
19	105095	18945	0,559	45764	23	15	12
20	112712	41267	0,492	40357	24	16	12
21	121189	37098	0,46	55007	22	17	13
22	94581	43101	0,546	36122	20	14	11
23	97437	16436	0,502	33746	17	14	11
24	96561	42393	0,525	40886	21	13	11
25	120293	44936	0,46	50018	24	18	14
26	142147	30571	0,481	61113	28	21	15
27	94895	23519	0,515	41810	17	14	10

№ п/п	A	B	C	D	E	F	G
28	142011	23879	0,489	53488	30	19	14
29	112271	40693	0,502	34761	18	16	11
30	110478	21987	0,531	39697	24	15	12

3. Банкір під час своєї відпустки бажає здійснити подорож, яка коштує A грн. Корисність подорожі можна оцінити кількістю грошей, витрачених на відпочинок (W). Нехай його функція корисності виражається залежністю $U(W) = \ln(W)$.

Визначте: якщо існує імовірність, рівна B , втратити за час подорожі C грн., то яка очікувана корисність кругосвітньої подорожі? Відпочиваючий банкір може придбати страховку від втрати C грн. за D грн., купивши, наприклад, дорожні чеки. Покажіть, що очікувана корисність у випадку, коли він купує страховку, вище в порівнянні з ситуацією, коли втрата C грн. відбувається без страхування. Яка максимальна грошова сума, яку банкір готовий заплатити за страховку від втрати C грн.?

Таблиця 5.2

Числові значення для п.3

№ п/п	A	B	C	D
1	99735	0,1813	8477,475	1610,72
2	144575	0,1518	12288,88	2334,886
3	120036	0,1626	10203,06	1938,581
4	91036	0,2184	7738,06	1470,231
5	84743	0,1657	7203,155	1368,599
6	116169	0,161	9874,365	1876,129
7	135850	0,1687	11547,25	2193,978
8	150429	0,2696	12786,47	2429,428
9	109279	0,1814	9288,715	1764,856
10	88352	0,2738	7509,92	1426,885
11	87624	0,2448	7448,04	1415,128
12	93653	0,1821	7960,505	1512,496
13	143198	0,1794	12171,83	2312,648
14	77388	0,2675	6577,98	1249,816
15	134632	0,1511	11443,72	2174,307
16	136928	0,2027	11638,88	2211,387
17	135589	0,26	11525,07	2189,762
18	132323	0,2781	11247,46	2137,016
19	87213	0,26	7413,105	1408,49
20	128742	0,2519	10943,07	2079,183
21	123527	0,1836	10499,8	1994,961
22	141888	0,153	12060,48	2291,491
23	115044	0,2075	9778,74	1857,961

№ п/п	A	B	C	D
24	94222	0,2433	8008,87	1521,685
25	125064	0,226	10630,44	2019,784
26	134216	0,1854	11408,36	2167,588
27	117547	0,182	9991,495	1898,384
28	142593	0,1515	12120,41	2302,877
29	111710	0,1855	9495,35	1804,117
30	126691	0,1611	10768,74	2046,06

Частина II

Внаслідок вимірювання корпоративної функції корисності, були отримані наступні дані (табл. 5.3), які відповідають точкам на рис 5.5.

Знайти формулу для опису корпоративної функції корисності та визначити, чи буде прийнято корпорацією інвестиційний проект, якщо його вартість становить W грн.

Таблиця 5.3

№ п/п	A	B	C	D	E	A'	B'	C'	D'	E'	W
1	97836	127186	156439,8	211193,7	249208,5	9	12	15	20	24	268234
2	138988	180684	222241,8	300026,4	354031,2	13	17	21	28	33	326573
3	112453	146188	179812,3	242746,7	286441,1	11	14	17	23	27	317416
4	149310	194103	238746,7	322308	380323,5	14	18	23	30	36	279076
5	104882	136346	167706,3	226403,5	267156,2	10	13	16	21	25	162234
6	96891	125958	154928,7	209153,8	246801,4	9	12	15	20	23	282067
7	94145	122388	150537,9	203226,1	239806,8	9	12	14	19	23	275678
8	100431	130560	160589,2	216795,4	255818,5	9	12	15	20	24	233674
9	140029	182037	223906,4	302273,6	356682,8	13	17	21	29	34	128230
10	148444	192977	237362	320438,6	378117,6	14	18	22	30	36	99178
11	134685	175090	215361,3	290737,8	343070,6	13	17	20	27	32	350095
12	128470	167011	205423,5	277321,8	327239,7	12	16	19	26	31	128481
13	125769	163499	201104,6	271491,3	320359,7	12	15	19	26	30	190788
14	139474	181316	223018,9	301075,6	355269,1	13	17	21	28	34	255203
15	136475	177417	218223,5	294601,8	347630,1	13	17	21	28	33	330298
16	142177	184830	227341	306910,4	362154,2	13	17	21	29	34	273631
17	105871	137632	169287,7	228538,4	269675,4	10	13	16	22	25	322534
18	123248	160222	197073,6	266049,3	313938,2	12	15	19	25	30	183076
19	145279	188862	232301,1	313606,5	370055,7	14	18	22	30	35	292452
20	130333	169432	208402,5	281343,3	331985,1	12	16	20	27	31	330691
21	94297	122586	150780,9	203554,2	240194	9	12	14	19	23	238310
22	89928	116906	143794,9	194123,1	229065,2	8	11	14	18	22	207583
23	150829	196077	241175,6	325587	384192,7	14	19	23	31	36	244699
24	137132	178271	219274,1	296020	349303,6	13	17	21	28	33	239189
25	121993	158590	195066,8	263340,2	310741,4	12	15	18	25	29	147781

№ п/п	A	B	C	D	E	A'	B'	C'	D'	E'	W
26	93662	121760	149765,5	202183,5	238576,5	9	12	14	19	23	295393
27	102514	133268	163919,9	221291,8	261124,4	10	13	15	21	25	231155
28	108662	141260	173750,5	234563,2	276784,6	10	13	16	22	26	175472
29	90864	118123	145291,5	196143,6	231449,4	9	11	14	19	22	264953
30	150248	195322	240246,6	324332,8	382712,8	14	18	23	31	36	107599

Частина III

Після визначення функції корисності директора та його заступника, були отримані наступні дані (табл. 5.4), умовні позначення, як на рис. 5.8.

Знайти коефіцієнти ризиковості для обох керівників.

Таблиця 5.4

№ п/п	Заступник директора						Директор					
	S_1	m	S_2	$U(S_1)$	$U(m)$	$U(S_2)$	S_1	m	S_2	$U(S_1)$	$U(m)$	$U(S_2)$
1	97836	112511	156439	10	11	15	211193	249209	387208	21	25	38
2	138988	159836	222241	14	16	22	300026	354031	476678	30	35	47
3	112453	1293	179812	11	13	18	242746	286441	486219	24	28	48
4	149310	171706	238746	15	17	24	3223	380323	367998	32	38	36
5	104882	120614	167706	10	12	17	226403	267156	357151	22	26	35
6	96891	111424	154928	10	11	15	209153	246801	546385	21	24	54
7	94145	108266	150537	9	11	15	203226	239807	542266	20	24	54
8	100431	115495	160589	10	11	16	216795	255819	442871	21	25	44
9	140029	161033	223906	14	16	22	302273	356683	530157	30	35	52
10	148444	170710	237362	15	17	24	320438	378118	450285	32	37	45
11	134685	154887	215361	13	15	21	290737	343071	495607	29	34	49
12	128470	147740	205423	13	15	20	277321	327240	504549	27	32	50
13	125769	144634	201104	12	14	20	271491	320360	428137	27	32	42
14	139474	160395	223018	14	16	22	301075	355269	463967	30	35	46
15	136475	156946	218223	14	16	22	294601	347630	372149	29	34	37
16	142177	163503	227341	14	16	23	306910	362154	491445	30	36	49
17	105871	121751	169287	10	12	17	228538	269675	379725	23	27	38
18	123248	141735	197073	12	14	20	266049	313938	549153	26	31	54
19	145279	167070	232301	14	17	23	313606	370056	350413	31	37	35
20	130333	149883	208402	13	15	21	281343	331985	513994	28	33	51
21	94297	108441	150780	9	11	15	203554	240194	451527	20	24	45
22	89928	103417	143794	9	10	14	194123	229065	511713	19	23	51
23	150829	173453	241175	15	17	24	325587	384193	468394	32	38	46
24	137132	157701	219274	14	16	22	296020	349304	372713	29	35	37
25	121993	140292	195066	12	14	19	263340	310741	473838	26	31	47
26	93662	107711	149765	9	11	15	202183	238577	431714	20	24	43
27	102514	117891	163919	10	12	16	221291	261124	394803	22	26	39
28	108662	124961	173750	11	12	17	234563	276785	493545	23	27	49

№ п/п	Заступник директора						Директор					
	S_1	m	S_2	$U(S_1)$	$U(m)$	$U(S_2)$	S_1	m	S_2	$U(S_1)$	$U(m)$	$U(S_2)$
29	90864	104493	145291	9	10	14	196143	231449	375058	19	23	37
30	150248	172785	240246	15	17	24	324332	382713	366154	32	38	36

Контрольні запитання

1. Обґрунтуйте доцільність функції корисності.
2. Опишіть порядок отримання функції корисності особи, що ухвалює рішення.
3. Які існують три типи осіб щодо відношення до ризику?
4. На яку суму готова застрахуватися ОУР?
5. Що таке корпоративна функцію ризику?
5. Як отримати апроксимаційну залежність корпоративної функції ризику?
6. Як ймовірність байдужості до гри може бути застосована при визначенні ліміту відповідальності ОУР при операціях з товарним кредитом?

В розділі детально розібрано методи отримання параметрів функції корисності як особи так і корпорації, показано важливість цієї функції в умовах необхідності прийняття рішень.

6.ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ

Вивчивши матеріали цього розділу, студенти оволодіють якісними та кількісними методами ухилення та зменшення ризиків в підприємницькій діяльності та фінансах.

Як правило, ризик стараються зменшити або уникнути. Для цього існує немало методів. Велика група таких методів зв'язана з підбором інших операцій, таких, щоб сумарна операція мала менший ризик. Методи розділяються на організаційні та кількісні. Розглянемо деякі з них.

6.1. Організаційні заходи щодо зменшення чи ухилення від ризику

6.1.1. Методи ухилення від ризику

У реальних господарських ситуаціях, в умовах дії різноманітних факторів ризику можуть використовуватися різні способи зниження фінального рівня ризику, що впливають на ті чи інші сторони діяльності підприємства. Різноманіття вживаних в господарській практиці промислових підприємств методів управління ризиком можна розділити на чотири типи (рис. 7.1):

- методи ухилення від ризику;
- методи локалізації ризику;
- методи дисипації ризику;
- методи компенсації ризику.

Представляється корисним привести тут зведену характеристику найбільш поширених методів управління ризиком.

Методи ухилення від ризику найбільш поширені в господарській практиці. Цими методами користуються підприємці, які віддають перевагу діяти напевно, не ризикуючи. Керівники цього типу відмовляються від послуг ненадійних партнерів, прагнуть, працювати тільки з переконливо підтвердили свою надійність контрагентами-споживачів і постачальниками, намагаються не розширювати коло партнерів і т.п. Щоб уникнути ризику зриву виробничої програми через порушення графіків поставок сировини, матеріалів і комплектуючих, підприємства відмовляються від послуг сумнівних або невідомих постачальників.

Господарюючі суб'єкти, які дотримуються тактики «ухилення від ризику», відмовляються від інноваційних та інших проектів, впевненість у здійсненості або ефективності яких викликає хоча б найменші сумніви. Так, банки, що дотримуються «безризикових стратегій», видають кредити тільки під конкретне забезпечення, тобто, під заставу нерухомості або товару і т.п.

Інша можливість ухилення полягає в спробі перенести ризик на будь-яку третю особу. З цією метою вдаються до страхування своїх дій або пошуку «гарантів», повністю перекладаючи на них свій ризик. Страхування ймовірних втрат служить не тільки надійним захистом від невдалих рішень, що саме по собі дуже важливо, але також підвищує відповідальність керівників підприємств, примушуючи їх серйозніше ставитися до розробки та прийняття рішень, регулярно проводити превентивні захисні заходи відповідно до страхового контракту.

У більш широкому плані підприємство може навіть виступити з ініціативою створення регіональної системи страхування фінансово-господарських операцій та відповідної системи перестраховування та ін. Разом з тим варто зазначити, що такі популярні механізми ухилення від ризику як страхування незастосовні в багатьох ситуаціях, з якими стикаються виробничі підприємства. Це насамперед характерно для підприємств, що освоюють нові види продукції або нові технології, так як для таких випадків страхові компанії ще не мають статистичними даними, необхідними для проведення актуарних розрахунків, і тому не страхують ці види ризиків. Тому вибір дій для зниження ризику слід починати з з'ясування, чи є даний фактор ризику предметом страхування чи ні. Якщо ризик неможливо застрахувати слід звернутися до розгляду інших методів нейтралізації ризику.

Метод "пошуку гаранта" використовується як дрібними, так і великими підприємствами. Тільки функції гаранта для них виконують різні суб'єкти: перші «просяться під крило» до великих компаній (наприклад, банкам, страховим товариствам, фондам), другі - до органів державного управління. При цьому, однак, виникає питання, чим можна оплатити придбану захищеність від ризикованих ситуацій. Загальної відповіді, мабуть, немає, але принцип рівної взаємної корисності має бути дотриманий. Бажаного гаранта можна зацікавити унікальними послугами, політичною підтримкою, безвідмовною благодійністю і т.п. - Резерви фантазії невичерпні. Але, як і в інших випадках, важливо зіставити плату і придбані вигоди. А це вимагає структуризації і конкретного аналізу ситуації, розробки, оцінки і зіставлення варіантів здобуття надійності функціонування підприємства.

6.1.2. Методи локалізації ризику

Методи локалізації ризику використовують в тих порівняно рідких випадках, коли вдається досить чітко і конкретно виокремити й

ідентифікувати джерела ризику. Виділивши економічно найбільш небезпечний етап або ділянка діяльності, можна зробити його контрольованим і таким чином знизити рівень фінального ризику підприємства. Подібні методи давно застосовують багато великі виробничі компанії, наприклад, при впровадженні інноваційних проєктів, освоєнні нових видів продукції, комерційний успіх яких викликає великі сумніви, і.п. Як правило, це такі види продукції, для освоєння яких потрібні інтенсивні НДДКР або використання новітніх наукових досягнень, ще не апробованих промисловістю. Для реалізації таких високо ризикованих проєктів створюють дочірні, так звані венчурні (ризикові) підприємства. Найбільш ризикована частина проєкту локалізується в межах новоствореної і порівняно невеликої автономної фірми; в той же час зберігаються умови для ефективного підключення наукового і технічного потенціалів «материнської» компанії.

У менш складних випадках можна замість самостійної юридичної особи утворити в структурі підприємства спеціальний підрозділ, наприклад, з виділеним урахуванням по балансу.

6.1.3. Методи компенсації ризику

Ще один напрямок боротьби з різними загрозливими ситуаціями, пов'язане зі створенням механізмів попередження небезпеки, представлено групою методів компенсації ризику. По виду впливу їх відносять до випереджувальним методам управління (в теорії автоматичного управління цьому відповідає термін «управління по збуренню»). На жаль, ці методи, як правило, більш трудомісткі, вимагають великої попередньої аналітичної роботи, від повноти і ретельності якої залежить ефективність їх застосування.

До найбільш ефективних методів цього типу відноситься використання в діяльності підприємства стратегічного планування. Як засіб компенсації ризику стратегічне планування дає ефект в тому випадку, якщо процес розробки стратегії пронизує буквально всі сфери діяльності підприємства. Повномасштабні роботи зі стратегічного планування, яким зазвичай передують вивчення потенціалу підприємства, можуть зняти велику частину невизначеності, дозволяють передбачити появу вузьких місць у виробничому циклі, випередити ослаблення позицій підприємства в своєму секторі ринку, заздалегідь ідентифікувати специфічний профіль факторів ризику даного підприємства, а отже, розробити заздалегідь комплекс заходів, що компенсують план використання і підключення резервів.

Різновидом цього методу можна вважати метод "прогнозування зовнішньої економічної обстановки". Суть цього методу полягає в періодичній розробці сценаріїв розвитку й оцінці майбутнього стану середовища господарювання для даного підприємства, у прогнозуванні поведінки можливих партнерів чи дій конкурентів, змін у секторах і

сегментах ринку, на яких підприємство виступає продавцем або покупцем і, нарешті, в регіональному та загальноекономічному прогнозуванні.

Зрозуміло, ці прогнози немислимі без відстеження поточної інформації про відповідні процесах. Тому назвемо ще один важливий і ефективний метод - "моніторинг соціально-економічної та нормативно-правового середовища". Істотною підмогою тут може стати інформатизація - придбання актуалізуються комп'ютерних систем нормативно-довідкової інформації, підключення до мереж комерційної інформації, проведення власних прогнозно-аналітичних досліджень, замовлення відповідних послуг консультаційних фірм та окремих консультантів. Отримані в результаті дані дозволяють уловити нові тенденції у взаєминах господарюючих суб'єктів, завчасно підготуватися до нормативних нововведень, передбачити необхідні заходи для компенсації втрат від зміни правил ведення господарської діяльності, "на ходу" скоригувати тактичні і стратегічні плани.

Метод "створення системи резервів" дуже близький до страхування, але зосередженому всередині самого підприємства. У цьому випадку на підприємстві створюються страхові запаси сировини, матеріалів і комплектуючих, резервні фонди грошових коштів, формуються плани їх розгортання в кризових ситуаціях, вільні потужності, що не використовуються у нормальних умовах, встановлюються як би запас нові контакти і зв'язки.

Треба відзначити, що в даний час виявляється явну перевагу фінансовим резервам, які можуть виступати у формі накопичення власних грошових страхових фондів, підготовки "гарячих" кредитних ліній на випадок непередбачених витрат, використання застав і т.п. Отже, для підприємства актуальними стають вироблення фінансової стратегії, політики управління своїми активами і пасивами, організація їх оптимальної структури та забезпечення достатньої ліквідності вкладених коштів.

У планах розгортання резервів потрібно використання резервів внутрішнього середовища підприємства, можливостей самовдосконалення - від навчання і тренінгу персоналу відповідно до його схильності до ризику до вироблення специфічної корпоративної культури. Керівники підприємства повинні з'ясувати власний психологічний тип і, якщо він не відповідає вимогам роботи в умовах невизначеності і ризику, постаратися змінити його. Для цього є апробовані методики і підходи, є і фірми, що спеціалізуються на такого роду завданнях. Якщо керівник змінює ставлення до ризику, то вже одне це може стати фактором вивільнення внутрішніх ресурсів керівного (та й не тільки) персоналу, що підвищує успішність роботи підприємства.

Підприємство, яке вирішило реалізувати як засіб боротьби з ризиком метод "активний цілеспрямований маркетинг", починає інтенсивно формувати попит на свою продукцію. Для цього використовуються різні маркетингові методи і прийоми: сегментація ринку, оцінка його ємності; організація рекламної кампанії, включаючи всебічне інформування потенційних споживачів і інвесторів про

найбільш сприятливих властивості продукції та підприємства в цілому; аналіз поведінки конкурентів, вироблення стратегії конкурентної боротьби, розробка політики та заходів управління витратами і т.п.

6.1.4. Кредитний ризик і способи його зменшення

При видачі кредиту (або позики) завжди є побоювання, що клієнт не поверне кредит. Запобігання неповерненню, зменшенню ризику неповернення кредитів - це найважливіша задача кредитного відділу банку. Які ж існують способи зменшення ризику неповернення кредиту?

- Відділ повинен постійно систематизувати та узагальнювати інформацію по виданих кредитах і їх поверненню. Інформація по виданих кредитах повинна бути систематизована по величині виданих кредитів, має бути побудована класифікація клієнтів, які взяли кредит (фізичні особи, держоргани, підприємства, інші банки і т.п.);

- Відділ (банк загалом) повинен вести так звану кредитну історію своїх клієнтів, у тому числі й потенційних (тобто знати: коли, де, які кредити брав і як їх повертав клієнт). Поки у нас у країні більшість клієнтів не має своєї кредитної історії. Крім того, звичайно, оцінюється можливість повернення кредиту за допомогою аналізу його балансу (якщо це банк); планів і технічного рівня виробництва, перспектив розвитку (якщо це підприємство) і т.п.

- Є різні способи забезпечення кредиту, наприклад, клієнт віддає щось в заставу і якщо не повертає кредит, то банк стає власником застави.

- У банку повинна бути чітка інструкція щодо видачі кредиту (кому який кредит можна видати і на який термін).

- Повинні бути встановлені чіткі повноваження щодо видачі кредиту. Скажімо, рядовий співробітник відділу може видати кредит не більше за \$1000, кредити до \$10 000 може видати начальник відділу, понад \$10 000 (але не більше \$100 000) може видати віце-президент по фінансах і кредитах, понад \$100 000 видає тільки рада директорів.

- Для видачі особливо великих і небезпечних кредитів об'єднуються декілька банків і спільно видають цей кредит.

- Існують страхові компанії, які страхують неповернення кредиту (але є точка зору, що неповернення кредиту не підлягає страхуванню – це ризик самого банку).

- Існують зовнішні обмеження по видачі кредиту (наприклад, встановлені Центральним банком); скажімо, не дозволяється видавати дуже великий кредит одному клієнту і т.д.

6.1.5. Ризики неліквідності, неплатоспроможності та способи їх зменшення

Кажуть, що кошти банку достатньо ліквідні, якщо банк здатний швидко і без особливих для себе втрат забезпечити виплату своїм клієнтам грошових коштів, які вони довірили банку на короткочасній основі. Ризик неліквідності - це і є ризик не справитися з цим. Проте цей ризик лише скорочено названий так, повна його назва - ризик незбалансованості балансу в частині ліквідності.

Всі активи банку по їх ліквідності діляться на три групи: 1) першокласні ліквідні кошти (касова готівка, кошти банку на кореспондентському рахунку в Центральному банку, державні цінні папери, векселі великих надійних компаній); 2) ліквідні кошти (очікувані короткострокові платежі банку, деякі види цінних паперів, деякі матеріальні активи, які можуть бути швидко і без великих втрат продані і т.п.); 3) неліквідні кошти (прострочені кредити та ненадійні борги, багато які матеріальні активи банку, передусім будівлі та споруди). При аналізі ризику неліквідності враховуються насамперед першокласні ліквідні кошти.

Кажуть, що банк платоспроможний, якщо здатний розрахуватися з усіма своїми клієнтами, але, можливо, для цього доведеться провести які-небудь великі та тривалі операції, аж до продажу обладнання, будівель, що належить банку, і т.д. Ризик неплатоспроможності виникає, коли неясно, чи зуміє банк розплатитися.

Платоспроможність банку залежить від дуже багатьох чинників. Найбільш важливі з них: обмеження зобов'язань банку; рефінансування банків Центральним банком; резервування частини коштів банку на кореспондентському рахунку в Центральному банку.

Ризик неліквідності веде до можливих зайвих втрат банку: щоб розплатитися з клієнтом, банку, можливо, доведеться позичити гроші у інших банків по більш високій процентній ставці, чим в звичайних умовах. Ризик неплатоспроможності цілком може привести до банкрутства банку.

6.1.6. Форвардна та ф'ючерсна торгівля

Форвардні контракти обов'язкові для виконання обома сторонами в майбутньому по цінах, зафіксованих в момент укладення контракту. Наприклад, 1 січня фермер укладає форвардний контракт з мірошником на постачання тому пшениці в серпні по певній ціні. У січні неможливо передбачити, який буде урожай пшениці і яка буде реальна ціна пшениці в серпні. Якщо вона буде вищою, ніж в контракті, помилиться фермер, а мірошник вигідає; якщо ціна буде нижчою – вигідає фермер, а в програші виявиться мірошник. Ф'ючерсні контракти – це також форвардні, але вони стандартизовані, знеособлені й ними торгують на біржах.

Але чому такі контракти зменшують ризик? Справа в тому, що зниження

ризик тут відбувається не тільки напряму, але і непрямим чином: безсумнівно, що форвардні контракти роблять ринок більш передбачуваним, більш стабільним, а значить, менш ризикованим. Форвардні контракти нагадують споруду далеко попереду маяків, до яких йдуть учасники ринку.

Взагалі правильне надзвичайне загальне твердження: все, що робиться відкрито, з прицілом, прогнозом на майбутнє, з ясними поставленими цілями, зрозумілими всім, і т.п., - все це збільшує передбачуваність, стабільність економіки, зменшує ризик. Правильно і зворотнє: все, що робиться таємно, без оголошення цілей, не передбачуване – все це зменшує стабільність ринку та збільшує ризикованість операцій на такому ринку.

Наочним прикладом тут є іпотечне кредитування. Нагадаємо, що це довгострокова позикова операція під невеликі проценти під заставу нерухомості позичальника, причому договори про іпотечну позику діють у незмінному вигляді десятки років. У такій країні, як США, тисячі фірм займаються таким кредитуванням. Вони представляють могутню силу, що протистоїть будь-якій нестабільності в країні, а також інфляції, які можуть значно зменшити їх нормальну роботу, а то й призвести до розорення.

Узагальнимо хеджування у валютних операціях. Валютна операція називається **спот**, якщо вона здійснюється по ціні цього моменту й остаточний розрахунок повинен бути зроблений не пізніше другого робочого дня після дня здійснення операції. Форвардний валютний контракт – це операція, що визначає суму валюти, яка повинна бути обмінена на іншу валюту в певний день в майбутньому по курсу, який записаний в контракті. Форвардні операції служать для хеджування валютного ризику, що виникає. Наприклад, український імпортер купив товар в Німеччині. Рахунок був виписаний в німецьких марках і повинен бути оплачений через 90 днів. Для усунення ризику підвищення курсу німецької марки за цей період імпортер здійснює форвардну купівлю німецьких марок.

Третій вид валютних операцій – це операція **своп**, яка являє собою поєднання купівлі валюти на умовах спот і її одночасного форвардного продажу. Операція спот вельми поширена. Коли мова йде про просту форвардну операцію, то використовують термін “аутрайт”.

6.2. Диверсифікація

Методи дисипації ризику являють собою більш гнучкі інструменти управління. Один з основних методів дисипації полягає у розподілі загального ризику шляхом об'єднання (з різним ступенем інтеграції) з іншими учасниками, зацікавленими в успіху спільної справи. Підприємство має можливість зменшити рівень власного ризику, залучаючи до вирішення спільних проблем в якості партнерів інші підприємства і навіть фізичні особи. Для цього можуть створюватися акціонерні товариства, фінансово-промислові групи; підприємства можуть придбавати або обмінюватися

акціями один одного, вступати в різні консорціуми, асоціації, концерни. Інтеграція може бути або вертикальної (або діагональної) - об'єднання декількох підприємств однієї підпорядкування або однієї галузі для проведення узгодженої цінової політики, для поділу зон господарювання, для спільних дій проти «піратства», тощо; або горизонтальній - по послідовності технологічних переділів, операцій постачання і збуту. При цьому досягається додатковий ефект, який полягає в тому, що на входах і виходах підприємства створюються острівці передбачуваного товарного ринку, надійного довготривалого попиту і таких же поставок виробів, необхідних для виробництва продукції.

У деяких випадках буває можливим розподіл загального ризику за часом або по етапах реалізації деякого довгострокового проекту або стратегічного рішення.

До цієї ж групи методів управління ризиком належать різні варіанти диверсифікації:

- диверсифікація діяльності, що розуміється як збільшення числа використовуваних або готових до використання технологій, розширення асортименту продукції, що випускається або спектру послуг, орієнтація на різні соціальні групи споживачів, на підприємства різних регіонів і т.п. - Досить добре вивчений в теорії маркетингу спосіб зниження ризику, здобуття економічної стійкості і самостійності;

- диверсифікація ринку збуту, тобто робота одночасно на декількох товарних ринках, коли невдача на одному з них може бути компенсована успіхами на інших; розподіл поставок між багатьма споживачами, при цьому бажано прагнути до рівномірного розподілу часток кожного контрагента в загальному обсязі випуску, щоб відмова кількох з них не зірвав виробничо-збутову програму в цілому;

- диверсифікація закупівель сировини і матеріалів передбачає взаємодію з багатьма постачальниками, дозволяючи послабити залежність підприємства від його «оточення», від ненадійності окремих постачальників сировини, матеріалів і комплектуючих; при порушенні контрагентом графіка поставок по самим різним, в тому числі і з об'єктивних, причин (аварії, банкрутство, форс-мажорні обставини тощо) підприємство зможе безболісно перейти на роботу з іншим постачальником того ж або аналогічного субпродукту.

В області формування інвестиційного портфеля підприємства методи дисипації ризику рекомендують віддавати перевагу програмам реалізації кількох проектів відносно невеликій капіталомісткості перед програмами, що складаються з єдиного інвестиційного проекту, який, поглинувши практично всі резерви підприємства, не залишить можливостей для маневру. Такий метод управління ризиком можна назвати диверсифікацією інвестицій.

Якщо ж підприємство все-таки змушене вести роботи по реалізації одного великого і довгострокового проекту спільно з одним - двома партнерами, то для зменшення ризику невдачі бажано розподілити і розосередити ризик, про що вже говорилося вище. У цьому випадку

необхідно простежити за тим, щоб при поділі робіт проводилося чітке розмежування (наприклад, в багатосторонньому договорі) сфер дій і відповідальності кожного учасника, були ретельно описані і узгоджені «стики», тобто умови переходу робіт і відповідальності від одного учасника до іншого. Неодмінною вимогою має бути відсутність етапів, операцій або робіт з розмитою або неоднозначною відповідальністю. Нарешті, слід чітко, юридично закріпити відповідальність за виконання окремих частин проекту за певними виконавцями. У певному сенсі цей метод є природним розвитком методу «локалізації ризику».

Розглянемо математичні засади цього методу.

Твердження 1. Нехай $Q_1 \dots Q_n$ не корельовані операції з ефективністю $e_1 \dots e_n$ і ризиками $r_1 \dots r_n$. Тоді операція «середнє арифметичне»

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}.$$

має ефективність

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n} \quad (6.1)$$

і ризик

$$\bar{r} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n r_i^2}}{n}. \quad (6.2)$$

Наслідок 1. Нехай операції не корельовані і $a \leq e_i$ і $b \leq r_i \leq c$ для всіх $i = 1, \dots, n$. Тоді ефективність операції «середнє арифметичне» не менше a (тобто з найменш ефективних операцій), а ризик задовольняє нерівності

$$b/\sqrt{n} \leq r \leq c/\sqrt{n}$$

і, таким чином, при збільшенні n зменшується. Отже, при збільшенні числа некорельованих операцій їх середнє арифметичне має ефективність з проміжку ефективності цих операцій, а ризик однозначно зменшується.

Цей висновок називається ефектом диверсифікації (різноманітності), він являє собою в суті єдино розумне правило роботи на фінансовому та інших ринках і в народній мудрості «не складай всі яйця в один кошик». Принцип диверсифікації свідчить, що треба провести різноманітні, не пов'язані один з одним операції, тоді ефективність виявиться усередненою, а ризик однозначно поменшає. При застосуванні цього правила треба бути

обережним. Так, не можна відмовитися від умови, що операції мають бути не корельованими.

Нехай серед операцій є ведуча, з якою всі інші знаходяться в позитивному кореляційному зв'язку. Тоді ризик операції «середнє арифметичне» не зменшується при збільшенні числа операцій, що підсумовуються. Дійсно, для простоти прийемо більш сильне припущення, саме, що всі операції Q_i , $i = 1, \dots, n$ просто копіюють операцію Q_1 в якихось масштабах, тобто $Q_i = k_i Q_1$ і всі коефіцієнти пропорціональності k_i , позитивні. Тоді операція «середнє арифметичне» $Q = (Q_1 + \dots + Q_n)/n$ є просто операція Q_1 в масштабі $(\sum_{i=1}^n k_i)/n$ і ризик цієї операції $r = r_1(\sum_{i=1}^n k_i/n)^2$. Тому, якщо операції приблизно однакові по масштабності, тобто $k_i \approx 1$, то $r \approx r_1$.

Принцип диверсифікації застосовується не тільки для усереднення операцій, що проводяться одночасно, але в різних місцях (усереднення в просторі), але і для таких, що проводяться послідовно у часі, наприклад, при повторенні однієї операції у часі (усереднення у часі). Наприклад, цілком розумною є стратегія купівлі акцій якої-небудь стабільно працюючої компанії 20-го січня кожного року. Неминучі коливання курсу акцій цієї компанії завдяки цій процедурі усереднюються і в цьому виявляється ефект диверсифікації.

Інколи, використовується диверсифікація не ризиковими операціями. Ефективність такого заходу є відносною, оскільки при диверсифікації даної операції, тобто з безризиковою операцією ефективності e_0 , пропорційно зменшуються, зменшується й ризик і надбавка за ризик, тобто різниця $e - e_0$. Значення диверсифікації полягає в гасінні коливань прибутковості за рахунок некорельованості або попарної негативної корельованості складових випадкових прибутків.

Приклад.

Нехай ми маємо дві операції, представлені наступними таблицями.

Операція А

e	12	35	48	55	98
p	0,18	0,204	0,35	0,12	0,146

Операція В

e	505	658	789
p	0,3	0,5	0,2

Тоді, згідно (3.6) – (3.7), маємо:

Ефективності цих операцій $e_A = 47,008$, $e_B = 638,3$.

Абсолютні ризики $\sigma_A = 25,25177$, $\sigma_B = 100,3335$.

Відносні ризики $e_A/\sigma_A = 0,53718$, $e_B/\sigma_B = 0,157189$.

Визначимо тепер ефективність та ризик проведення операцій А та В водночас згідно (6.1) – (6.2).

$$\bar{e} = 47,008 + 638,3 = 685,308, \quad \bar{r} = \frac{\sqrt{25,25177^2 + 100,3335^2}}{2} = 51,73118483.$$

При цьому відносний ризик $\bar{r}/\bar{e} = 0,075486$.

Отже, застосувавши принцип диверсифікації за рахунок об'єднання двох операцій, вдалося зменшити ризик майже у двічі.

6.3. Хеджування

При хеджуванні (від англ. Hedge – огорожа) ОУР підбирає або навіть спеціально конструює нові операції, щоб, проводячи їх спільно з основною, зменшити ризик – для цього підбираються операції, жорстко пов'язані з основною, але, так би мовити, іншого знаку, кажучи більш точно, негативно корельовані з основною операцією.

Дійсно, нехай O_1 – основна операція, її ризик r_1 , O_2 – деяка додаткова операція, її ризик r_2 , O – операція-сума, тоді дисперсія цієї операції

$$D = r_1^2 + r_2^2 + 2 r_1 r_2 k_{12}, \quad (6.3)$$

де k_{12} – коефіцієнт кореляції ефективності основної і додаткової операцій. Ця дисперсія може бути меншою дисперсії основної операції, тільки якщо цей коефіцієнт кореляції негативний, точніше, має бути

$$r_2^2 + 2 r_1 r_2 k_{12} < 0,$$

тобто

$$k_{12} < -r_2/(2 r_1). \quad (6.4)$$

Допускається навіть, щоб була невелика негативна ефективність додаткової операції і через це ефективність сумарної операції стає меншою, ніж у основної. Наскільки допускається зменшення ефективності на одиницю зменшення ризику, залежить від відношення ОУР до ризику. Універсальним інструментом хеджування є опціони.

Опціон – один із видів строкових угод, які можуть укладатися як на біржовому, так і на позабіржовому ринках. Залежно від прав, що надаються власнику (покупцю) опціону, останні поділяють на опціони PUT – "на продаж" та CALL – "на купівлю".

Опціон PUT (на продаж) дає власнику (покупцю) опціону право на продаж через визначений час за наперед обумовленою ціною певного виду фінансового чи іншого активу. Продавець опціону PUT зобов'язаний купити такий актив у покупця опціону.

Опціон CALL (на купівлю) дає власнику право на купівлю через визначений час за наперед обумовленою ціною певного активу, який йому зобов'язаний продати продавець опціону.

Визначені у такий спосіб опціони мають назву "європейських", тобто таких, що можуть бути виконані тільки у визначений час у майбутньому. Існують також опціони американського типу, або "американські", які можуть бути виконані протягом усього періоду часу до дати закінчення терміну опціонного контракту.

Опціон на відміну від ф'ючерсної чи форвардної угоди є угодою "несиметричною". В той час коли ф'ючерсні та форвардні угоди є обов'язковими для виконання обома учасниками угоди, опціон дає власнику право виконати чи не виконати угоду, а для продавця є обов'язковим для виконання. Опціон виконується, коли ситуація на ринку сприятлива для покупця опціону і несприятлива для продавця. Продавець опціону приймає на себе ризики, пов'язані з несприятливими ціновими змінами на ринку і за це отримує від покупця винагороду — премію, яку називають ціною опціону. Ціну активу, зафіксовану в опціонному контракті, за якою буде продано цей актив, називають страйковою ціною або ціною виконання.

Як і на ринку ф'ючерсів, на ринку опціонів проводять операції дві основні категорії учасників: хеджери та спекулянти. Фінансові посередники (спекулянти), як правило, не займаються купівлею-продажем окремих опціонів, а реалізують опціонні стратегії, які полягають у формуванні портфеля опціонів з різноманітними характеристиками. Поширені в опціонній торгівлі терміни "довгий CALL" та "довгий PUT" означають купівлю опціонів CALL та PUT, а "короткий CALL", "короткий PUT" — продаж відповідних опціонів. Найпоширенішими опціонними стратегіями є вертикальні, горизонтальні угоди та комбінації.

Опціонні угоди укладаються як на біржовому, так і на позабіржовому ринках. Біржовий опціонний контракт – це угода, згідно з якою на біржовому ринку одна сторона контракту (покупець опціону) має право, але не зобов'язання, купити (у разі CALL-опціону) чи продати (у разі PUT-опціону) фіксовану кількість відповідних базових активів за стандартизованими вимогами щодо характеристик базового активу, термінів і умов виконання за ціною, зафіксованою на момент укладення угоди (ціна виконання опціону). Друга сторона контракту (продавець опціону) зобов'язується продати чи купити фіксовану кількість відповідних базових активів за ціною виконання, якщо покупець виявить бажання реалізувати своє право на купівлю-продаж базового активу. Покупець опціону сплачує продавцю премію у грошовій формі за дане йому право на реалізацію опціону. Опціонні угоди укладаються на тих самих біржах, що й інші строкові угоди, хоча існують також спеціальні біржі для опціонів, наприклад Чиказька біржа опціонів.

Приклади.

Приклад 1. За контрактом українська фірма через півроку повинна отримати великий платіж від китайської компанії. Платіж на суму 600 тис.

юанів (приблизно 100 000 гривень.) і буде зроблений саме в юанях. В української фірми є побоювання, що за ці півроку курс гривні впаде по відношенню до юаня. Фірма хоче підстрахуватися від такого падіння й укладає форвардний контракт з одним із китайських банків на продаж тому 600 000 юанів по курсу 6 юанів за гривню. Таким чином, що б не сталося за цей час з курсом юань/гривня, українська фірма не понесе через це збитків.

Приклад 2. Нехай ОУР вирішує провести операцію O_1

O_1	<table style="border-collapse: collapse; width: 80px; height: 40px;"> <tr><td style="padding: 5px;">-10</td><td style="padding: 5px;">20</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">0,5</td><td style="padding: 5px;">0,5</td></tr> </table>	-10	20	0,5	0,5	S	<table style="border-collapse: collapse; width: 80px; height: 40px;"> <tr><td style="padding: 5px;">5</td><td style="padding: 5px;">-5</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">0.5</td><td style="padding: 5px;">0.5</td></tr> </table>	5	-5	0.5	0.5	O_1 :	<table style="border-collapse: collapse; width: 80px; height: 40px;"> <tr><td style="padding: 5px;">-10</td><td style="padding: 5px;">20</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">5</td><td style="padding: 5px;">-5</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">-5</td><td style="padding: 5px;">15</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">0.5</td><td style="padding: 5px;">0.5</td></tr> </table>	-10	20	5	-5	-5	15	0.5	0.5
-10	20																				
0,5	0,5																				
5	-5																				
0.5	0.5																				
-10	20																				
5	-5																				
-5	15																				
0.5	0.5																				
				S :																	
				O :																	

Їй радять провести одночасно операцію S , що жорстко пов'язана з O коефіцієнтом кореляції $k_{OS} = -1$.

Визначимо сумарну операцію через O , ця операція є сумою операцій O_1 і S . Визначимо характеристики операцій:

$$M[O_1] = 5, D[O_1] = 225. r_1[O] = 15;$$

$$M[S] = 0, D[S] = 25; r_2[S] = 5$$

Тоді середня очікувана ефективність сумарної операції буде

$$M[O] = 5.$$

Тобто вона залишилася незмінною, але ризик буде знайдено як

$$r = \sqrt{15^2 + 5^2 - 1 \cdot 15 \cdot 5} = 11,18033989$$

поменшав через сильну негативну кореляцію додаткової операції S по відношенню до основної операції.

6.4. Страхування

Страхування можна розглядати як один з видів хеджування. Пояснимо деякі терміни:

Застрахований – той, хто страхується. *Страховальник* – той, хто страхує. *Страхова сума* – сума грошових коштів, на яку застраховане майно, життя, здоров'я застрахованого. Ця сума виплачується страховальником застрахованому при настанні страхового випадку. Виплата страхової суми називається страховим відшкодуванням. Страховий платіж виплачується

страхувальником застрахованому.

Більшості великих проектів властива затримка в їх реалізації, що може призвести для замовника до такого збільшення вартості робіт, яке збільшить первісну вартість проекту.

Наприклад, в результаті несвоєчасного підключення ліній електропостачання. У цьому випадку штраф за затримку, який повинен заплатити підрядник, виявиться значно менше втрат замовника.

Вихід з такої ситуації полягає в тому, що до участі в проекті необхідно залучати страхові компанії.

Страхування ризику є по суті передача певних ризиків страховій компанії. Розглянемо це питання на прикладі зведення великого будівельного комплексу.

Можуть бути застосовані два основних способи страхування: майнове страхування і страхування від нещасних випадків.

Майнове страхування може мати наступні форми:

- Страхування ризику підрядного будівництва;
- Страхування морських вантажів;
- Страхування обладнання, що належить підряднику.

Страхування від нещасних випадків включає:

- Страхування загальної цивільної відповідальності;
- Страхування професійної відповідальності. Особливості основних форм страхування:

Страхування ризику підрядного будівництва призначено для страхування незавершеного будівництва від ризику матеріальних втрат або шкоди.

Залежно від страхових ризиків договору страхування ризику підрядного будівництва можуть бути трьох типів:

- Стандартний договір страхування від пожежі служить захистом від прямих матеріальних втрат та / або пошкоджень зазначеної в договорі власності від пожежі.

- Розширений договір страхування від пожежі включає стандартний договір страхування від пожежі та одну або кілька специфічних доповнень, що враховують потреби конкретного страхувальника.

Зазвичай в таке доповнення включають ризики, пов'язані з ураганом, градом, вибухом, цивільними заворушеннями.

- Договір страхування від усіх ризиків звичайно враховує конкретні потреби підрядника і може надати йому більш широкий вибір страхових послуг.

Такий договір забезпечує страхування в принципі від усіх ризиків матеріальних втрат або шкоди застрахованого майна, за винятком тих ризиків, які спеціально обумовлюються в договорі як такі, що не страхуються.

Договір страхування такого типу охоплює все незавершене будівництво, включаючи всі матеріали, обладнання та результати праці.

Страховання морських вантажів передбачає захист від матеріальних втрат або будь-яких пошкоджень, при перевезенні по морю або повітряним транспортом.

Страховання охоплює всі ризики, включаючи війну і страйки, і поширюється на переміщення товарів зі складу вантажовідправника до складу отримувача. Іншими словами, кожна відправка вантажу страхується стосовно до всього процесу її переміщення, включаючи наземне транспортування в порт відвантаження і з порту вивантаження.

Страховання обладнання, що належить підряднику, широко використовується підрядниками та субпідрядниками, коли у своїй діяльності вони застосовують велику кількість приналежного їм обладнання з високою відновною вартістю.

Ця форма страхування зазвичай поширюється також на орендоване обладнання. Крім того, вона часто застосовується для захисту від наслідків фізичного пошкодження транспортних засобів.

Замовники нерідко вимагають від підрядників і субпідрядників проведення такого страхування, щоб зменшити ризик серйозних порушень календарних планів будівництва при вибутті обладнання з ладу.

Страховання загальної цивільної відповідальності є формою страхування від нещасних випадків і має на меті захистити генерального підрядника у випадку, якщо в результаті його діяльності "третья сторона" потерпить тілесне ушкодження, особистий збитки або пошкодження майна.

Страховання професійної відповідальності потрібно тільки в тому випадку, коли генеральний підрядник несе відповідальність за підготовку архітектурного або технічного проекту, управління проектом, надання інших професійних послуг по проекту.

Юридична відповідальність генерального підрядника виникає в разі його нездатності забезпечити відповідність професійних послуг певним стандартам якості, загальноприйнятим в даній діяльності.

По можливості, такі стандарти повинні чітко визначатися контрактом, що знижує ймовірність появи непорозумінь щодо критеріїв для визначення юридичної відповідальності.

Договори страхування професійної відповідальності укладаються на час виконання послуг підрядником, а також на гарантійний період. Зазвичай ці договори включають граничний рівень страхового відшкодування, що вказується або в обчисленні по роках, або в цілому по проекту, що страхується.

6.4.1. Теоретичні основи розрахунку розміру суми відшкодування в страхуванні

Позначимо страхову суму w , страховий платіж s , імовірність страхового випадку p . Припустимо, що застраховане майно оцінюється в z . За

правилами страхування $w \leq z$.

В табл. 6.1 показано загальні елементи умов страхування з точки зору ризику

Таблиця 6.1

Операції	Страховий випадок не настав	Страховий випадок настав
	$1 - P$	P
Страховання немає	0	$- z$
Операція страхування	$- s$	$w - s$
Підсумкова операція страхування	$- s$	$w - s - z$

Знайдемо характеристики операції без страхування і підсумкової операції (табл. 6.2). З теорії страхування відомо, що при нульовій рентабельності застрахованого можна вважати $s = pw$.

Таблиця 6.2

Операції	Характеристики операцій:
Страховання немає	$M_1 = -pz, D_1 = p(1-p)z^2, r_1 = z\sqrt{p(1-p)}$
Операція страхування	$M_2 = pw - s; D_2 = w^2p(1-p); r_2 = w\sqrt{p(1-p)}$
Підсумкова операція	$M_3 = -s(1-p) + p(w-s-z) = p(w-z) - s$ $D_3 = (1-p)[-s - p(w-z) + s]^2 + p[w-s-z - p(w-z) + s]^2$ $r_3 = (w-z)\sqrt{p(1-p)}$

Припустимо далі, що $w = z$, тобто страхове відшкодування дорівнює оцінці застрахованого майна, тоді ризик того, хто застрахований, дорівнює (дисперсія) $D = 0$.

Приклад.

Нехай майно підприємства оцінюється в $z = 100\,000$ умовних грошових одиниць. Імовірність страхового випадку по втраті майна визначається як $p = 0,001$. Підприємцю пропонується укласти договір страхування, де майно оцінюється в $w = 80\,000$ у.о. Для цього йому пропонується укласти договір страхування вартістю $s = 1\,000$ у.о.

Чи погодиться підприємець на це?

Якщо немає страхування, тоді ризик буде мати величину згідно табл. 6.2

$$r_1 = 100\,000 \sqrt{0.001(1 - 0.001)} = 3160,696126$$

Якщо застрахуватися, тоді ризик матиме значення

$$r_3 = (100\,000 - 80\,000) \sqrt{0.001(1 - 0.001)} = 632,1392252$$

Очевидно, що таке помітне зменшення ризику (у п'ять разів) заставить підприємця застрахуватися.

6.4.2. Методи розрахунку тарифної ставки в страхуванні

Розрахунок страхової премії в ризиковому страхуванні відрізняється від відповідного розрахунку при довгостроковому страхуванні життя необхідністю обліку флуктуації сумарного розміру виплат. Причиною помітних флуктуацій рівня страхових виплат є велика мінливість імовірності страхової події і ступеня збитку протягом року і від року до року, а також менша кількість страхових подій протягом терміну дії договору. Остання обставина утрудняє застосування законів великих чисел для розрахунку необхідного розміру страхової премії. У силу цих причин для опису ризикового страхування необхідно послідовний розгляд імовірності подій.

Треба помітити, що по самій своїй суті страхування покликане звести до мінімуму роль випадковості, тому сфера застосування розрахунку ризику при страхуванні обмежена випадком невеликі флуктуації фінансових показників. Дана обставина дозволяє взяти за основу середні значення цих показників, а для опису флуктуаційних виправлень використовувати спрощений підхід, заснований на законі нормального розподілу.

Спочатку розглянемо найбільш просту ситуацію, коли в результаті страхового випадку відбувається повне знищення застрахованого об'єкта. Якщо страхова сума дорівнює S , то сумарна величина страхового відшкодування складе

$$Z = nS. \quad (6.5)$$

Основної частина тарифної нетто-ставки розраховується так:

$$T_{n0} = \frac{P_{n0}}{S} = q, \quad (6.6)$$

де T_{n0} – основна частина тарифної нетто-ставки; P_{n0} – основна частина нетто-внеску; q – ймовірність страхового випадку.

Повна загибель застрахованого об'єкта в результаті страхового випадку скоріше виключення, чим правило. Для обліку часткового ушкодження застрахованого об'єкта вводиться поняття ступеня знищення, чи ваги збитку для застрахованого об'єкта. Величина страхового відшкодування B в цьому випадку менше страхової суми, а їхнє відношення і є коефіцієнтом ваги збитку $b = B/S$.

З урахуванням неповного знищення застрахованого об'єкта в результаті страхового випадку формули (6.5) і (6.6) для основної частини тарифної нетто-ставки і страхового нетто-внеску приймуть вид

$$P_{n0} = \frac{Z}{N} = \frac{\bar{B}n}{N} = q\bar{B}; \quad T_{n0} = \frac{P_{n0}}{S} = q\bar{b}, \quad (6.7)$$

де риза над B и b означає, що беруться середні значення.

При аналізі звітної статистичної інформації широко використовується поняття збитковості страхової суми, рівної відношенню сумарного відшкодування по страхових випадках, що відбувся в звітному періоді, до сукупної страхової суми застрахованих об'єктів:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{\sum_{k=1}^N S_k} = \frac{n\bar{B}}{N\bar{S}} = q\bar{b}, \quad (6.8)$$

де відповідно середнє $\bar{B} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i$; $\bar{S} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N S_k$; $\bar{b} = \bar{B}/\bar{S}$.

Кількісна оцінка ризику можлива тільки тоді, коли відомий розподіл ймовірностей для величини сумарної страхової виплати, тобто ймовірність реалізації кожного можливого її значення. У результаті вийде інтервал можливих значень суми грошових виплат, згрупованих по ступені їхньої ймовірності. Такий "профіль ризику" дозволяє аналітику оформити свої інтуїтивні розуміння в кількісній формі приблизно в наступному виді: "9 шансів з 10, що рівень виплат не перевищить значення Z_m чи, що еквівалентно: "ймовірність того, що рівень виплат перевищить значення Z_m складає 10%". Призначаючи сумарну страхову премію в розмірі Z_m ми можемо бути упевнені, що з ймовірністю 90% зібраних грошей вистачить на страхові виплати.

Різниця між рівнем верхньої межі і середнім значенням суми страхових виплат дає діапазон можливих (з ймовірністю β) несприятливих відхилень рівня страхових виплат. Звичайно ця величина складає одне-три середньоквадратичних відхилень σ_Z величини Z від її середнього значення. Тому цю різницю звичайно записують у виді

$$Z_m(\beta) - \bar{Z} = \Phi(\beta)\sigma_Z, \quad (6.9)$$

де коефіцієнт $a(\beta)$ у залежності від рівня гарантії безпеки g приймає значення від 1 до 3. Значення $\Phi^{-1}(\beta)$ для заданих значень β розраховуються на підставі таблиць обраного закону розподілу.

Величина сумарної страхової премії повинна бути достатньою для забезпечення страхових виплат, тому її дорівнюють до максимальної величини очікуваної суми страхових виплат $Z_m(\beta)$. Мова, звичайно, йде про нетто-премію, призначеної тільки для покриття збитків; повна премія (брутто-премія) повинна містити в собі ще і витрати страховика на проведення страхування.

Страховий нетто-внесок, чи страхова нетто-премія, стягнута з одного страхувальника, дорівнює сумарній нетто-премії, діленій на число договорів страхування:

$$P_n = \frac{Z_m}{N} = \frac{z\left(1 + \frac{a\sigma Z}{\bar{z}}\right)}{N} = P_{n0}(1 + aVZ), \quad (6.10)$$

де $V_Z = \sigma_Z/Z$ — коефіцієнт варіації розміру сумарного страхового відшкодування.

Прийнято розділяти нетто-премію на дві частини: основну нетто-премію і ризикову надбавку, призначену для компенсації несприятливих (позитивних) флуктуацій величини рівня страхових виплат. Основній нетто-премії відповідає перший доданок у (1.19), ризиковій надбавці – друге:

$$P_n = P_{n0} + P_{nr}; \quad P_{n0} = \frac{\bar{z}}{N}; \quad P_{nr} = aP_{n0}VZ. \quad (6.11)$$

Аналогічно для тарифної нетто-ставки

$$T_n = T_{n0} + T_{nr}; \quad T_{n0} = \frac{\bar{z}}{SN}; \quad T_{nr} = aT_{n0}VZ. \quad (6.12)$$

Для обчислення ризикової надбавки необхідно обчислити коефіцієнт варіації сумарного позову, для чого у свою чергу потрібно визначити його дисперсію. У курсі теорії імовірностей доводиться, що дисперсія суми (сумарного позову) випадкового числа незалежних однаково розподілених (н. о. р.) величин (страхових виплат) дорівнює

$$DZ = \bar{n}DB + \bar{B}^2Dn; \quad Z = \sum_{k=1}^n B_k, \quad (6.13)$$

де DB, Dn – дисперсії величини страхової виплати і кількості страхових випадків. З урахуванням (1.19) формула для коефіцієнта варіації величини сумарного позову здобуває вид

$$VZ = \frac{\sqrt{\bar{n}DB + \bar{B}^2Dn}}{\bar{n}\bar{B}} = \sqrt{\frac{VB^2}{\bar{n}} + Vn^2}. \quad (6.14)$$

З урахуванням формули (6.13) остаточно одержимо

$$VZ = \sqrt{(VB^2 + 1)/\bar{n}} = \sqrt{(1 + VB^2)/Nq} = \sqrt{(1 - VB^2)/Nq}, \quad (6.15)$$

де $b = B/S$ – ступінь знищення, чи вага збитку.

У найпростішому випадку, коли усі виплати однакові і дисперсія їхнього рівня дорівнює нулю маємо

$$VZ = Vn = 1/\sqrt{\bar{n}}. \quad (6.16)$$

Формула 6.16) також дає непогане наближення, якщо коефіцієнт варіації рівня страхових виплат значно менше одиниці.

Нетто-премія забезпечує лише покриття очікуваних страхових виплат. Операції за страховим договором вимагають визначених витрат (витрати страхування), для покриття яких понад нетто-премію стягується ще навантаження. Сума нетто-премії і навантаження називається брутто-премією.

Звичайно розрізняють три види витрат.

1. Витрати придбання (ліквідаційні витрати) пов'язані з придбанням поліса і які складаються з комісійних страхового агента, витрат на оформлення і реєстрацію поліса, консультації, медичний огляд, рекламу і т.д.

2. Витрати зборів – це комісійні витрати по інкасації страхових платежів.

3. Адміністративні витрати містять у собі витрати по забезпеченню функціонування страхової компанії (зарплата, оренда, плата за комунальні послуги, вартість обробки даних, податки, плата за ліцензію і т.п.), а також інші витрати, що не ввійшли в попередні пункти.

У ризикових видах страхування звичайно усі витрати обчислюються як пропорційні частки страхової брутто-премії, що зв'язана з нетто-премією наступним співвідношенням:

$$P_b = \frac{P_n}{1-f}, \quad (6.17)$$

де f – частка навантаження в брутто-премії, що у свою чергу складається з комісійних агентів, відрахувань на превентивні заходи й адміністративні витрати: $f = f_c + f_p + f_a$.

Для здійснення страхових виплат і оплати діяльності, зв'язаної з ліквідацією збитків, часто виділяють інвентарну, чи технічну, премію, рівну сумі нетто-премії й адміністративних витрат:

$$P_i = P_n + P_0 = P_b(1 + f + f_a) - P_b(1 + f_p + f_a). \quad (6.18)$$

Вона покриває вартість страхових виплат і адміністративних витрат.

Знаючи величину тарифної ставки, розрахунок страхових внесків проводиться шляхом перемноження тарифної ставки на величину суми відшкодування у випадку настання страхового випадку.

Приклад.

Приклад 1. Визначити основну частину тарифної нетто-ставки і нетто-внеску при страхуванні на випадок смерті в результаті нещасливого випадку. Імовірність страхового випадку протягом року дорівнює $q = 0,002$, страхова сума $S = 10$ тис. грн.

Основна частина тарифної нетто-ставки і нетто-внеску складають

$$Tn0 = q = 0,002 (0,2\%); Pn0 = qS = 200 \text{ грн.}$$

Приклад 2. Визначити основну частину тарифної нетто-ставки при страхуванні від вогню, якщо імовірність страхового випадку дорівнює $q = 0,013$, середнє значення ступеня знищення об'єкта дорівнює $\bar{b} = 0,5$.

Відповідно до формули (190), основна частина тарифної нетто-ставки складе $Tn0 = 0,5 \times 0,013 = 0,0065 (0,65\%)$.

Приклад 3. Визначити тарифну нетто-ставку і нетто-внесок при страхуванні на випадок смерті в результаті нещасливого випадку. Імовірність страхового випадку протягом року $q = 0,002$, страхова сума $S = 10\,000$ грн., кількість застрахованих $N = 3000$, рівень гарантії безпеки (імовірність перевищення страхової премії над виплатами) прийняти рівним $g = 0,95$.

Визначимо основні частини тарифної нетто-ставки і нетто-внеску:

$Tn0 = q = 0,002 (0,2\%); Pn0 = qS = 200$ грн. Очікуване середнє число страхових випадків за рік $\bar{n} = qN = 0,002 \times 3000 = 6$.

Рівню гарантії безпеки $g = 0,95$ згідно табл. 8 відповідає значення коефіцієнта $a = 1,64$.

Тоді ризикові надбавки такі

$$Tn0 = aTn0/\sqrt{\bar{n}} = 1,64 \times 0,002/\sqrt{6} = 0,0013; Pnr = STnr = 130 \text{ грн.}$$

Значення нетто-ставки і нетто-внеску відповідно:

$$Tn = Tn0 + Tnr = 0,002 + 0,0013 = 0,0033; Pn = Pn0 + Pnr = 200 + 130 = 330 \text{ грн.}$$

Приклад 4. Визначити тарифну нетто-ставку при страхуванні від вогню, якщо імовірність страхового випадку $q = 0,013$, кількість застрахованих об'єктів $N = 500$, середнє значення ступеня знищення об'єкта $\bar{b} = 0,5$, середньоквадратичне відхилення від середнього значення дорівнює $\sigma b = 0,2$; рівень гарантії безпеки g прийняти рівним $0,9$.

Основна частина тарифної нетто-ставки $Tn0 = 0,5 \times 0,013 = 0,0065 (0,65\%)$. Очікуване середнє число страхових випадків за рік $\bar{n} = qN = 0,013 \times 500 = 6,5$. Рівню гарантії безпеки $g = 0,9$, згідно табл. 8, відповідає значення коефіцієнта $a = 1,28$. Коефіцієнт варіації ступеня збитку $Vb = \sigma b/\bar{b} = 0,4$. Тоді ризикова надбавка відповідно

$$Tnr = Tn0 \sqrt{(1 + Vb^2)/\bar{n}} = 1,28 \times 0,0065 \sqrt{1,16/6,5} = 0,0035.$$

Значення нетто-ставки

$$Tn = Tn0 + Tnr = 0,0065 + 0,0035 = 0,01 (1\%).$$

6.5. Зменшення ризику при контролі партії готових виробів

На основі статистичних планів приймання продукції завжди повинно бути відомо, скільки виробів потрібно випадковим чином відібрати для

статистичного контролю і при яких умовах приймається рішення щодо бракування або приймання партії. Планів контролю є велика безліч, однак завдяки своїй простоті часто застосовується одноступінчатий статистичний план приймання $k|n$, де n – об'єм вибірки; k – приймальне число. Якщо з перевічених виробів число дефектних Z не буде перевищувати k , партія приймається. Значить, k – допустиме число дефектних у вибірці з n виробів.

Представник торгового підприємства при $Z \leq k$ вважає партію хорошою й приймає її на основі аналізу вибірки. Потім виробник покриває вартість кожного виявленого в переданій партії бракованого виробу шляхом заміни, безкоштовного ремонту або іншим шляхом, зазначеним у договорі.

Якщо $Z > k$, то партія не приймається торговим підприємством, а виробник здійснює суцільну перевірку партії та виявляє дефектні вироби.

Оптимальне критичне число k залежить від таких фінансових параметрів:

C_1 – витрати на перевірку одного виробу;

p, q – параметри гама-функції виду $\Gamma(p) = (p-1)!$,

і бета-функції $B(p, q) = \Gamma(p)\Gamma(q)/\Gamma(p+q)$.

Ризик прийме мінімальне значення для такого натурального числа k , яке задовольняє подвійній нерівності:

$$(p+q+n) C_1 / C_2 - (p+1) \leq k \leq (p+q+n) C_1 / C_2 - p. \quad (6.19)$$

Приклади.

Приклад 1. Виробник продає торговій фірмі велику ($n = 100$) партію виробів. За договором представник торгової фірми відбирає випадковим чином $n = 30$ виробів. Контроль проводиться за узгодженою програмою при одноступінчатому плані. Вартість перевірки одного виробу $C_1 = 180$ грн., вартість справного виробу $C_2 = 2\,000$ грн.

Потрібно знайти критичне число k при припущенні, що частка дефектних виробів W підлягає бета-розподілу. Нехай аргументи бета-функції

$$B(p, q) \text{ є: } p = 1, q = 5.$$

Треба побудувати графік розподілу та визначити мінімальне число k .

Визначимо $B(p, q)$:

$$B(1,5) = \Gamma(1)\Gamma(5) / \Gamma(5) = 0!4! / 5! = 1/5,$$

$$g\{W\} = W^{1-1}(1-W)^{5-1} / (1/5) = 5(1-W)^4 \text{ при } 0 < W < 1.$$

Використовуючи значення частки W (нехай $W = 0; 0,05; 0,1; 0,2; \dots, 0,9; 1$), складемо таблицю розподілу $g\{W\}$ при значенні аргументів бета-функції:

$$p = 1, q = 5.$$

W	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$g(W)$	5	4,072	3,280	1,952	1,200	0,648	0,3125	0,125	0,040	0,008	0,000	0
)		5	5		5				5		5	

Знайдемо критичне число k при $n = 30$, яке повинно задовольняти

подвійній нерівності:

$$(p+q+n) C_1 / C_2 - (p+1) \leq k \leq (p+q+n) C_1 / C_2 - p$$

$$C_1 / C_2 = 180/2000 = 0,09; p = 1; q = 5; p + q + n = 36.$$

Підставивши чисельні значення параметрів у ці нерівності, отримуємо $k: 1,24 \leq k \leq 2,24$. Отже, $k = 2$.

Висновок. Критичне число дорівнює 2. Статистичний план запишеться (2|30). Партія при вибірці 30 шт, буде прийнята при числі бракованих виробів не більше 2 шт. У іншому випадку партія буде забракована.

Приклад 2. Для умов прикладу 1 при плані (2|30) підрахувати функцію втрат при: $k = 3$; $k = 2$ і можливій відмові в прийнятій партії двох виробів з числа неперевіраних ($N-n$), якщо $N = 100$; $k = 2$ і можливому поверненні виробів з числа неперевіраних, якщо $W = 0,05$.

Визначимо функцію втрат при $k = 3$, вважаючи згідно з рис. 6.1, що $p = 1$:

$$L(W, a) = C_1 n + C_1(N-n) + 3C_2 = C_1 N + 3 C_2 = 180*100 + 3*2000 =$$

$$= 18000 + 6000 = 24000 \text{ грн.}$$

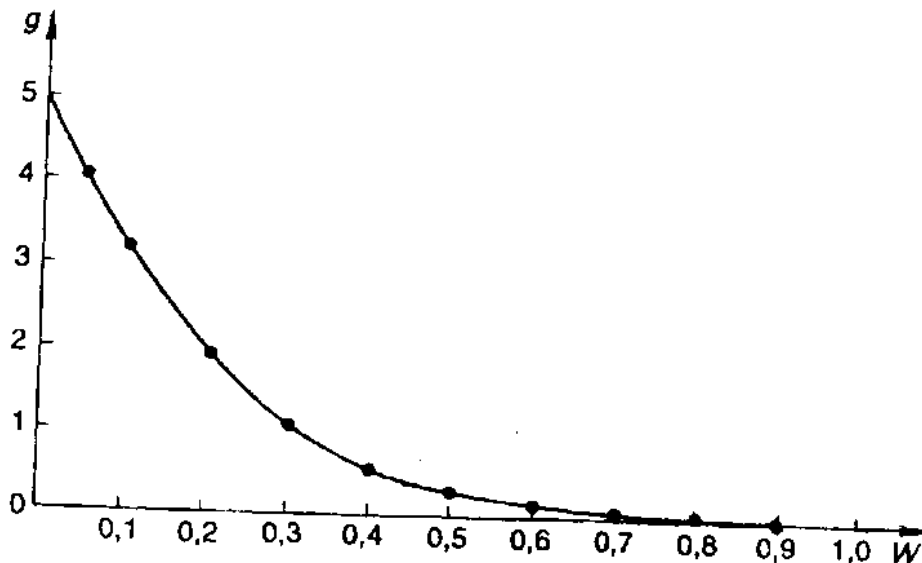


Рис. 6.1 – Бета-розподіл при $p = 1, q = 5$

Знайдемо функцію втрат при $k = 2$, коли партія була прийнята, але потім в торговій фірмі було виявлено 2 несправних вироби з числа неперевіраних при здачі:

$$L(W, a) = 180n + 2 C_2 + 2 C_2 = 180*30 + 4*2 000 =$$

$$= 5 400 + 8 000 = 13400 \text{ грн.}$$

Обчислимо функцію втрат при $k = 2$ і можливих відмовах при

$$W = 0,05: L(W, a) = 180n + 2C_2 + C_2(N-n) = 5400 + 4000 + 70*0,053C_2 =$$

$$= 9400 + 3,5*2000 = 16400 \text{ грн.}$$

Оскільки 3 або 5 відмов неможливі (можуть бути 3 або 4), додаємо

(віднімаємо) половину вартості виробу й отримуємо:

$$L(W, a_i) = (16400 \pm 1000) \text{ грн.}$$

Приклад 3. Залишимо умови прикладу 1, але змінимо об'єм вибірки, замість $n = 30$ приймемо $n = 45$. Потрібно визначити критичне число k .

Запишемо в прийнятих вище позначеннях умови:

$$C_1 = 180 \text{ грн.}; C_2 = 2\,000 \text{ грн.};$$

$$p = 1; q = 5, n = 45;$$

$$(p+q+n) = 1 + 5 + 45 = 51 \quad C_1 / C_2 = 180/2000 = 0,09.$$

Обчислимо мінімальне значення k : $2,59 \leq k \leq 3,59$. Таким чином, $k = 3$. Партія буде прийнята при $k = 1, 2$ або 3 , а при $k = 4$ або більше партія виробів буде забракована, 4 бракованих вироби будуть замінені у вибірці на придатні, інші 55 зі 100 виробів будуть перевірені.

Приклад 4. Оцінити ймовірність відсутності перебоїв у кооперованих поставках у даному місяці, якщо події W і N перебувають відповідно у відсутності та наявності зриву постачання в попередньому місяці.

Апріорний розподіл - це бета-розподіл з параметрами $p = 3, q = 1$.

У даному розподілі значення θ близькі до одиниці, мають більшу щільність, ніж значення, близькі до нуля. Обчислимо

$$m_2 = (9+3)/[(3+1+1)(3+1)] = 0,6;$$

$$m_1 = 3/((3+1)) = 0,75.$$

Визначимо ймовірність безперебійної роботи підприємства при відсутності зриву постачання в попередньому місяці:

$$d(W) = m_2 / m_1 = 0,6 / 0,75 = 0,8.$$

Оцінимо ймовірність безперебійної роботи підприємства, якщо в минулому місяці була подія - зрив кооперованих поставок:

$$d(N) = (m_1 - m_2) / (1 - m_1) = (0,75 - 0,6) / (1 - 0,75) = 0,25.$$

Ймовірність безперебійної роботи підприємства в даному місяці при умові виконання договірних зобов'язань по кооперованих поставках, якщо в минулому місяці також не було зривів, рівна 0,8. Якщо ж в минулому місяці був зрив в кооперованих поставках, то ймовірність безперебійної роботи підприємства знизиться в цьому місяці до 0,6.

6.6. Оптимальний запас продукції торгової фірми

Оптимізація запасів зменшує водночас два ризики: а) зменшення втрат при зберіганні продукції, на яку немає попиту; б) зменшення недоотриманого прибутку в умовах, коли при наявності попиту, запасів потрібного товару немає.

Нехай θ - ринковий попит на продукт торгової фірми для фіксованого періоду (день, тиждень, місяць), a - запас продукту на деякий період, k_1 -

собівартість плюс додаткові витрати на зберігання 1 кг продукту, який не був проданий у встановлений час, оскільки попит на нього виявився меншим від того, що прогнозується; k_2 - утрата прибутку на 1 кг продукту, зумовлена відсутністю товару, попит на який перевищив замовлену кількість, $F(\Theta)$ – функція апіорного спостереження розподілу попиту, $f(a)$ – щільність в точці a апостеріорного розподілу попиту, $F(a_0)$ – функція апостеріорного розподілу попиту Θ на продукт.

Продукт, що продається, оцінюється, наприклад, в кілограмах і може замовлятися в будь-якій кількості. Нереалізований у даний термін продукт не може бути проданий в наступному періоді, оскільки втрачає за час зберігання свої споживчі якості.

Тоді оптимальний запас товару на складі буде знайдено з формули

$$F(a_0) = k_1 / (k_1 + k_2). \quad (6.20)$$

Для обчислення оптимального запасу a_0 даного продукту на певний період часу треба: 1) знати параметри k_1 і k_2 , 2) на основі статистичних спостережень отримати апостеріорний розподіл попиту на товар, 3) за допомогою функції цього розподілу визначити квантиль порядку

$$k_1 / (k_1 + k_2).$$

Якщо, зокрема, $k_1 = k_2$, то оптимальний рівень запасу a_0 буде відповідати рівності $F(a_0) = 0,5$. Іншими словами, оптимальний рівень запасу являє собою медіану в апостеріорному розподілі попиту. Якщо розподіл близький до нормального $N(M, \delta)$, де M - математичне сподівання, δ - середнє квадратичне відхилення, то значення a_0 (або квантиль порядку $k_1 / (k_1 + k_2)$) можна визначити за таблицею нормального розподілу.

Іноді розподіл не відноситься ні до одного з відомих дослідникам законів розподілу, тоді за допомогою графіка функції розподілу попиту треба визначити квантиль порядку $k_1 / (k_1 + k_2)$.

Приклад.

Потрібно визначити оптимальне значення запасу товару. Відомо: $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,2$; розподіл попиту Θ . Представимо розподіл денного попиту на товар, отриманий за даними спостереження (табл. 6.3)

Таблиця 6.3

Розподіл попиту на товари

Доход, тис. грн.	Частота	Накопичена частота
0-5	0,03	0,03
5-10	0,07	0,10
10-15	0,10	0,20
15-20	0,20	0,40
20-25	0,25	0,65
25-30	0,25	0,90
30-35	0,08	0,98

35-40	0,02	1,00
-------	------	------

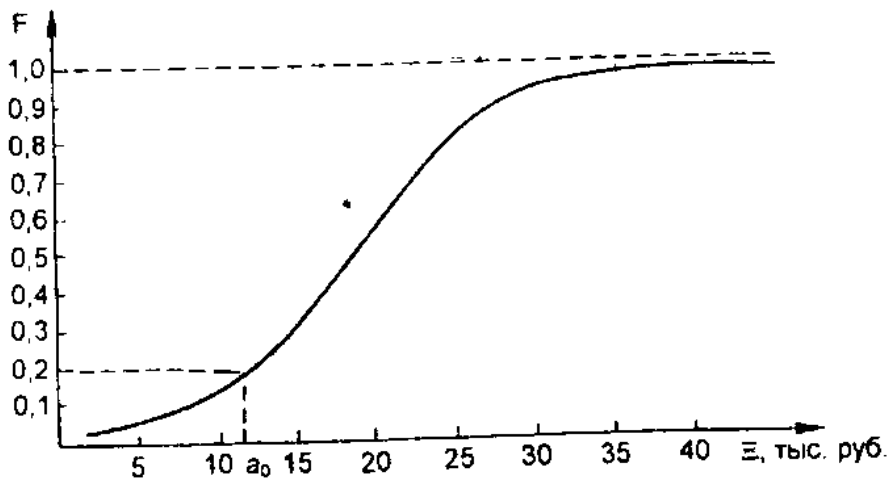


Рис. 6.2 – Визначення квантиля розподілу

За таблицею будуюмо графік розподілу попиту на товар (рис. 6.2). Розрахуємо квантиль розподілу:

$$k_2 / (k_1 + k_2) = 0,2 / 0,8 + 0,2$$

За квантилем, що дорівнює 0,2, визначаємо $a_0 = 12,3$ тис. грн. Це вартісне вираження шуканого оптимального запасу продукції торгової фірми, рівне 12,3 тис. грн.

Якщо до графіка додати лінію тренду (рис. 6.3), тоді достатньо в рівняння підставити значення квантилю замість y і вирішити його відносно x .

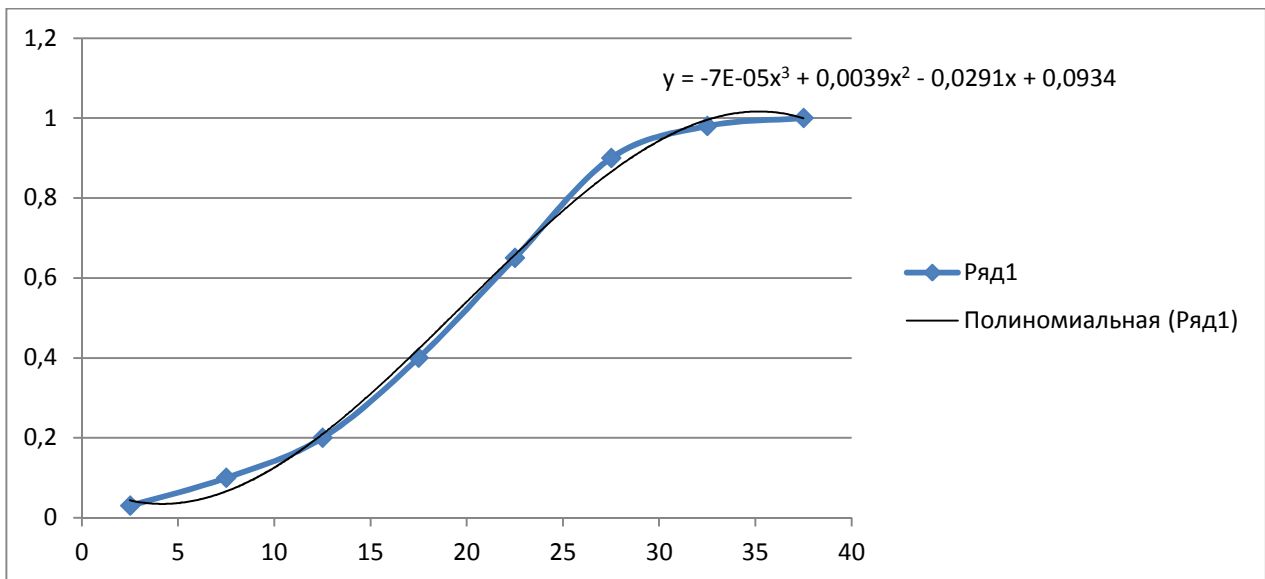


Рис. 6.3 – Розподіл функції попиту з поліноміальною лінією тренду

Такий підхід збільшує точність визначення оптимального запасу продукції. Варто також додати, що розподіл попиту може визначатися не

тільки в грошовому вираженні, але й в кількісному – в ящиках, мішках, тисячах штук, тощо.

6.7. Врахування ризику при виборі інвестиційного проекту

Вибір інвестиційного проекту завжди супроводжує ризик. Головною причиною цього ризику варто назвати невизначеність перспективного стану економіки. З цього випливає в першу чергу невизначеність у можливому рівні споживання продукту, виготовленого внаслідок інвестиційного проекту, що планується.

Ця невизначеність оцінюється у першу чергу експертами, але результати їх діяльності потрібно обробити, щоб отримати точні числові характеристики.

6.7.1. Чиста приведена вартість проекту

Зазначений в заголовку параметр є основним для визначення ефективності проекту з урахуванням можливого ризику – NPV . Його позначення базується на англійській фразі «net present value».

Цей показник дозволяє одержати найбільш узагальнену характеристику результату інвестування, тобто його кінцевий ефект в абсолютній сумі. Під чистим приведеним доходом розуміється різниця між приведеними до дійсної вартості сумою чистого грошового потоку за період експлуатації інвестиційного проекту і сумою інвестиційних витрат на його реалізацію. Розрахунок цього показника здійснюється за формулою

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{(I_t - L_t)}{(1 + E_t)^t}, \quad (6.21)$$

де I_t – доходи від виконання інвестиційного проекту в момент часу t , L_t – витрати при виконанні інвестиційного проекту в момент часу t , E_t – норма дисконту при виконанні інвестиційного проекту в момент часу t , T – горизонт розрахунку, тобто, термін, на який розраховано повне виконання інвестиційного проекту.

Отже, показник NPV фактично обумовлює використання такого поняття, як грошові потоки. Тобто, потрібен прогноз на весь термін дії проекту щодо припливів і відпливів коштів.

Цей рух капіталу обумовлений не тільки виробничими потребами, але й потребами обслуговування боргу підприємства перед контрагентами та банками.

Знаменник формули обумовлює нелінійну залежність чистої

приведеної вартості проекту від часу та розміру норми дисконту (рис. 6.4).

З наведеного прикладу видно, що зі збільшенням часу параметр NPV зменшується.

Така ж залежність спостерігається і для норми дисконту. Чим більша ця норма, тим більше спадає величина розрахованого прибутку.

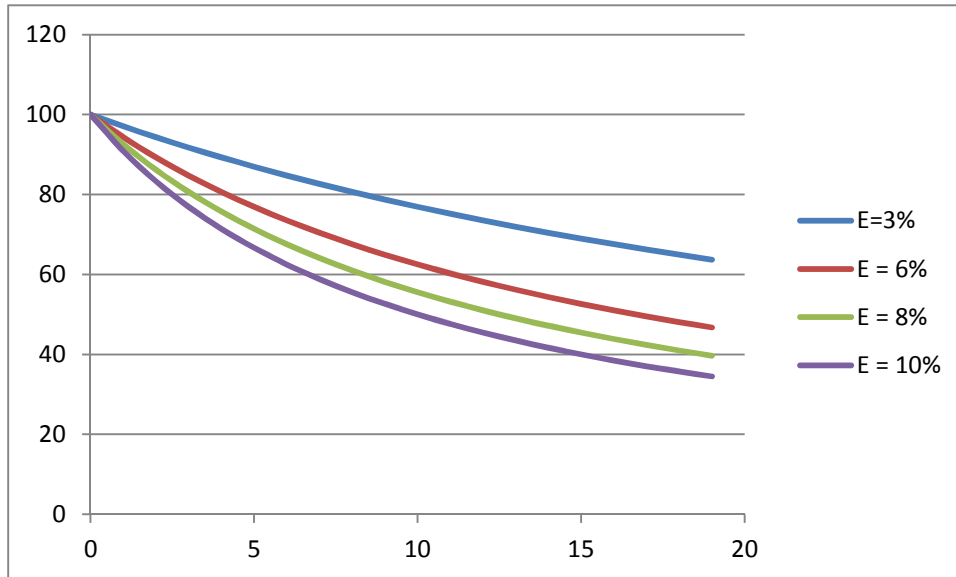


Рис. 6.4 – Темпи спаду NPV в залежності від часу і коефіцієнта дисконтування

Характеризуючи показник „чиста приведена вартість” слід зазначити, що він може бути використаний не тільки для порівняльної оцінки ефективності реальних інвестиційних проектів, але і як критерій доцільності їхньої реалізації. Незалежний інвестиційний проект, по якому показник NPV є негативною чи величиною, що дорівнює нулю, має бути відкинтий, тому що він не принесе підприємству додатковий дохід на вкладений капітал. Незалежні інвестиційні проекти з позитивним значенням показника чистого приведенного доходу дозволяють збільшити капітал підприємства і його ринкову вартість. Із системи взаємовиключних інвестиційних проектів приймається той з них, по якому значення показника чистого приведенного доходу є найвищим.

6.7.2. Коефіцієнти дисконтування для ризикованого проекту

Коефіцієнти E_i , – процент на капітал, називають коефіцієнтами дисконтування. Коефіцієнти дисконтування від реалізації ризикованого проекту повинні бути вище відповідних безризикових (гарантованих) коефіцієнтів, щоб компенсувати фірмі ризик.

Загальна формула норми дисконту має вигляд

$$E_t = Inf_t + W_t + Pr_t, \quad (6.22)$$

де Inf_t – прогнозоване значення інфляції при виконанні інвестиційного проекту в момент часу t , W_t – вартість капіталу при виконанні інвестиційного проекту в момент часу t , Pr_t – премія за ризик при виконанні інвестиційного проекту в момент часу t .

Як бачимо, в загальному вигляді потрібен прогноз щодо можливої зміни великої кількості параметрів.

Щодо інфляції, такі прогнози існують навіть на рівні Державного бюджету, тому на них ми спинятися не будемо.

Що стосується вартості капіталу, то тут доцільно використовувати метод WACC – це метод використання середньозваженої вартості капіталу, що припускає можливим:

- установлення загальної норми дисконту для проекту, що використовує і власний, і позиковий капітал, будемо називати її нормою дисконту WACC;
- конструювання цієї норми дисконту WACC на підставі вартості власного (норма дисконту для власного капіталу) і позикового (відсоток за кредит) капіталу.

Традиційно метод WACC використовується для визначення норми дисконту в постійних цінах. Існуючі обґрунтування цього методу припускають ще сталість частки позикових засобів у загальному обсязі інвестицій на всьому протязі проекту, а в нашому випадку ця умова не виконується.

Метод WACC враховує, зокрема, виграш проекту за рахунок так званого „податкового захисту” – звільнення від податку відсотків, виплачуваних по кредитах. Облік податкового захисту приводить до зменшення вартості позикового капіталу в порівнянні з номінальною величиною процентної ставки по кредитах. Тому в даному прикладі вартість позикового капіталу приймається рівною відсотку за кредит.

Оцінка методом WACC норми дисконту W_t (у силу мінливості частки позикового капіталу вона виявляється залежною від кроку розрахунку) робиться за такою формулою

$$W_t = \frac{\sum_{j=1}^n Sk_j Ck_j}{\sum_{j=1}^n Sk_j}, \quad (6.23)$$

де Sk_j – сума капіталу j -го типу, залученого при виконанні інвестиційного проекту в момент часу t , Ck_j – вартість капіталу j -го типу, залученого при виконанні інвестиційного проекту в момент часу t , n – кількість типів капіталу.

Суми капіталу беруться грошовому вираженню, а їх вартість – у процентному.

Загалом, капітал, залучений для виконання інвестиційного проекту буває трьох типів:

- Власний. Тоді його вартість визначається нормою доходності підприємства при виконанні раніше задіяних проектів. Іншим показником вартості власного капіталу може бути депозитна ставка в банку;
- Позиковий. Цей капітал береться у банку і його вартість дорівнює ставці за кредит;
- Залучений. Цей капітал може бути власністю іншої організації і його вартість визначається як процент відрахувань з прибутку на користь цього стороннього інвестора.

Премія за ризик Pr_t може бути визначена тільки експертами. У практиці економіки США премія за ризик задається у вигляді експертних оцінок, наведених у табл. 6.4.

Таблиця 6.4

Рекомендований розмір премії, за ризик

Група інвестицій	Премія за ризик (Pr)
Інвестиції, що заміщають - категорія 1 (нові машини й устаткування, транспортні засоби і т.д., що будуть виконувати в основному те ж функції, що і старе устаткування, що замінюється)	0
Інвестиції, що заміщають - категорія 2 (нові машини й устаткування, що замінюють старе устаткування, але є технологічно більш зробленими, вимагають більш високої кваліфікації працівників, інших виробничих підходів і т.п.)	0,03
Інвестиції, що заміщають - категорія 3 (нові потужності, що заміщають старі потужності, нові заводи на тім же чи іншій місці)	0,06
Нові інвестиції — категорія 1 (нові чи потужності зв'язане устаткування, за допомогою якого будуть чи вироблятися продаватися ті продукти, що уже вироблялися)	0,05
Нові інвестиції — категорія 2 (нові чи потужності машини для чи виробництва продажу виробничих ліній, що тісно зв'язані з існуючими виробничими лініями)	0,08
Нові інвестиції — категорія 3 (нові чи потужності чи машини поглинання (придбання) інших форм для чи виробництва продажу виробничих ліній, що не зв'язані з первісною діяльністю компанії)	0,15

Група інвестицій	Премія за ризик (Pr)
Інвестиції в НДР — категорія 1 (прикладні НДР, спрямовані на визначені специфічні цілі)	0,10
Інвестиції в НДР – категорія 2 (фундаментальні дослідження, мети яких можуть бути поки точно не визначений і результат точно не відомий)	0,20

Але можливі й інші ставки премії за ризик, обумовлені врахуванням політичної ситуації в країні, особливостями конкурентного середовища, тощо.

6.7.3. Вибір кроку розрахунку

Важливим для визначення чистої приведенної вартості проекту є вибір кроку розрахунку.

1. Крок розрахунку повинен бути настільки малим, щоб можна було відслідковувати усі виплати (зокрема, податків і відсотків за кредит), що можуть привести до заперечності сальдо накопичених реальних грошей (вільних коштів).

2. Крок розрахунку повинен бути настільки малим, щоб відсутність обліку інфляції усередині кроку і сталість множника дисконту не занадто спотворювали результати розрахунку.

3. Крок розрахунку доцільно вибирати максимально великим, наскільки це допускається двома попередніми умовами.

Нам важливо врахувати не узагалі усі виплати, а лише ті з них, що «небезпечні для позитивності» сальдо накопичених реальних грошей. Ця «небезпека» залежить не тільки від розміру виплат, але і від величини цього сальдо.

Тому на перших стадіях реалізації проекту, поки величина вільних коштів мала, розрахунок, варто робити по місяцях, а далі (звичайно після повернення кредиту), коли накопичується достатній запас вільних коштів, крок може бути і збільшений.

Існує ще одна причина для того, щоб до повного повернення боргу витримувати крок розрахунку не великим (чи хоча б не набагато більшим) чим період нарахування і сплати відсотків.

Це – спосіб нарахування (і виплати) відсотків по кредиту за частину року по формулі простих відсотків. Іншими словами, якщо кредит дається під p відсотків річних, а відсотки нараховуються і беруться n разів у рік, то щораз виплачується p/n відсотків від суми боргу.

Легко показати, що коли крок розрахунку більше періоду нарахування і виплати відсотків, то розрахунок NPV дає завищене значення, тому що туди

буде входити величина відсотка, обчислена за період, рівний кроку розрахунку (а не період нарахування відсотків). Через завищення NPV такий розрахунок дасть і завищене значення чистого дисконтованого доходу для власного капіталу $ЧДД_v$. Ясно, що цей ефект виявиться тим більше, чим більше величина боргу. Крім того, він залежить від кількості вільних коштів і від того, чи передбачає проект реінвестицію їхніх вільних коштів (наприклад, у нерухомість, на депозит, у цінні папери) – у цьому випадку зазначений ефект ще більше зростає.

Приведемо чисельний приклад.

Нехай у проекті передбачене взяття кредиту величиною D у нульовому році під 120% річних і щомісячне повернення відсотків протягом першого року. Припустимо, що проект розраховується при нормі дисконту $E = 15\%$ річних. Для простоти не будемо розглядати можливість реінвестицій вільних коштів.

Тоді норма дисконту за місяць дорівнює

$$E_m = \sqrt[12]{(1 + E)} - 1 = \sqrt[12]{1.15} - 1 = 0.01171,$$

$$ЧДД_v = D \cdot \left(1 - \frac{1}{(1 + E)}\right) \cdot \frac{(E_m - p_m)}{E_m} = D \cdot \left(1 - \frac{1}{1.15}\right) \cdot \frac{(0.01171 - 0.1)}{0.01171} = -0.9834 \cdot D,$$

де $p_m = p/12 = 0.1$ (10%)- відсоток по кредиту, що виплачується протягом кожного місяця.

Оскільки в даному випадку $E_m < p_m$, $ЧДД_v < 0$, тобто узяття кредиту на таких умовах погіршує показники ефективності проекту.

Якщо ж зробити розрахунок із кроком, рівним року, вийде

$$ЧДД_v = D \cdot \frac{(E - p)}{(1 + E)} = D \cdot \frac{(0.15 - 1.2)}{1.15} = -0.9134 \cdot D,$$

тобто вийде результат, завищений щодо правильного на 7%.

Ця погрішність буває й помітно більшою (вона залежить від норми дисконту, величини відсотка за кредит, терміну повернення боргу й особливо від наявності реінвестицій), а, по-друге, у неї «поганий» знак: вона завищує показники ефективності проекту «для власного капіталу» у порівнянні із реальними. Тому її краще уникати.

Якщо замість номінального банківського відсотка використовувати ефективний, тобто, якщо p – номінальний річний відсоток (у частках, а не у відсотках) за кредит, а нарахування і виплати відсотка відбуваються n раз у рік (наприклад, щомісяця, тоді $n = 12$), то ефективний річний відсоток за кредит - він ще називається відсоток з капіталізацією – дорівнює

$$p_{ef} = \left(1 + \frac{p}{n}\right)^n - 1. \quad (6.24)$$

Зокрема, у нашому прикладі ($p = 1.2$ і $n = 12$) він дорівнює 213,743%

Можна показати, що заміна p на p_{ef} не спасає положення. Якщо проект не передбачає реінвестицій вільних коштів, то збільшення кроку розрахунку з однією заміною p на p_{ef} :

- знижує NPV , якщо $E < p_{ef}$;
- завищує NPV , якщо $E > p_{ef}$.

Якщо ж передбачаються реінвестиції, то помилка може істотно зрости, а відношення E/p_{ef} , починаючи з якого ця заміна починає завищувати NPV , – зменшуватися.

Тому для того щоб розрахунок ефективності для власного капіталу давав правильний результат, необхідно, щоб період нарахування і виплати відсотків був кратним (зокрема, рівним) кроку розрахунку.

Усе викладене відноситься тільки до виконання першої умови. Високий рівень інфляції може змусити розраховувача вибрати крок, менший, чим це потрібно для обліку небезпечних виплат.

Якщо брати максимальний по продуктах (послугам) індекс інфляції, обчислений на цій підставі крок розрахунку напевно буде задовольняти всім умовам. Однак він може виявитися не виправдано малим. Тому практично розумно визначити крок розрахунку і для загального, і для максимального індексу інфляції, після чого порівняти їх і прийняти остаточне рішення.

6.7.4. Оцінка перспективності проекту

Визначення чистої приведеної вартості проекту, яка більше нуля, іще не означає, що проект варто приймати. Для оцінки реальної ефективності проекту існують іще декілька показників, які використовують параметр NPV , як основу для подальших розрахунків.

Індекс прибутковості (I_n) – сума приведених ефектів до величини капітальних вкладень

$$I_n = \frac{1}{K} \sum_{t=0}^T \frac{(I_t - L_t)}{(1 + E_t)^t}, \quad (6.25)$$

де K – розмір власних капіталовкладень у проект.

Якщо I_n перевищує вартість власного капіталу, проект можна приймати, оскільки вкладення в нього коштів дає більший ефект, аніж виробництво, що зараз існує на підприємстві.

Наступний розрахунок полягає в знайденні такої норми дисконту ($E_{дп}$), при якій величина приведених ефектів дорівнює приведеним

капіталовкладенням. Як перше наближення до рішення – можна приймати в якості $E_{ДП}$ значення найменшого позитивного кореня наступного рівняння

$$\sum_{t=0}^T \frac{(I_t - L_t)}{(1 + E_{ДП})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1 + E_{ДП})^t} . \quad (6.26)$$

Якщо знайдена величина $E_{ДП}$ перевищує розраховане значення норми дисконту, прийнятій при розрахунку NPV, проект приймати не можна. Навпаки, якщо $E_{ДП} \ll E$, це означає, що проект має велику стійкість і може бути реалізований.

Іще одним параметром, що характеризує інвестиційний проект є внутрішня норма прибутковості. Інакше кажучи, *внутрішня норма прибутковості* (ВНД) являє собою ту норму дисконту, при яких дисконтовані припливи коштів по проекту дорівнюють дисконтованим відтокам. ВНД визначається, виходячи з рівняння

$$\sum_{t=0}^T \frac{(I_t - L_t)}{(1 + ВНД)^t} = 0 . \quad (6.27)$$

У випадку, якщо ВНД перевищує норму дисконту E , інвестиції в даний проект виправдані і може розглядатися питання про його реалізацію. У протилежному випадку інвестиції в даний проект недоцільні.

Значення ВНД має наступний економічний зміст: ВНД – максимальний відсоток за кредит, який можна виплатити за термін, що дорівнює горизонту розрахунку, за умови, що весь проект здійснюється тільки за рахунок цього кредиту. Це дозволяє використовувати ВНД для визначення доцільності залучення кредитних ресурсів: якщо відсоток за кредит нижче ВНД, то використання такого кредиту при реалізації проекту є доцільним.

При значних реінвестиціях у проект, ВНД може дорівнювати дві і більше. У цьому випадку показник ВНД при оцінці ефективності проекту використовувати не рекомендується.

Термін окупності проекту потрібен для визначення моменту, коли проект почне приносити чистий прибуток, оскільки всі боргові зобов'язання на цей момент уже виконані. Сутність методу дисконтованого терміну окупності полягає в тому, що з первинних витрат на реалізацію інвестиційного проекту (ІП) послідовно віднімаються дисконтовані грошові доходи з тим, щоб окупилися інвестиційні витрати.

Приклади.

Приклад 1. Розрахунок дисконтованого терміну окупності інвестицій.

Проект припускає обсяг інвестицій у розмірі 1000 грн і розрахований на чотири роки.

Проект дасть можливість отримати такий розмір прибутку за роками: 500, 400, 300, 100 грн. Ставка відсотків для дисконтування була прийнята на рівні 10 %.

Для розв'язання задачі зведемо всі розрахунки в табл. 6.5.

У четвертому стовпчику таблиці поміщені дисконтовані значення грошових доходів підприємства внаслідок реалізації інвестиційного проекту. У п'ятому - містяться значення непокритої частини початкової інвестиції. З часом величина непокритої частини зменшується. Так, до кінця другого року непокритими залишаються тільки 214 тис. грн, і оскільки дисконтоване значення грошового потоку в третьому році становить 225 тис. грн, стає зрозумілим, що період покриття інвестиції займає два повні роки і частину третього.

Таблиця 6.5.

Роки	Грошові потоки	Коефіцієнт дисконтування $r = 10\%$	Дисконтовані грошові потоки	Накопичений дисконтований грошовий дохід
0	-1000	1	-1000	-1000
1	500	0,9091	455	-545
2	400	0,8265	331	-214
3	300	0,7513	225	+11
4	100	0,6830	68	+79

Більш конкретно для проекту отримаємо:

$$DPP = 2 \text{ роки} + \left(\frac{214}{225} 12 \right) \approx 2 \text{ роки та } 11 \text{ місяців}$$

Приклад 2.

Розрахувати показники інвестиційного проекту в умовах якщо:

Оборотність дебіторської заборгованості	35 днів
Оборотність кредиторської заборгованості	40 днів
Оборотність товарно-матеріальних запасів	55 днів
Коефіцієнт виплати дивідендів	29%
Річний темп росту доходу	4%
Тривалість проекту в роках	6 років
Загальний обсяг інвестицій (млн. грн.)	45
Частка інвестицій в основні засоби, у відсотках	80%
Залишкова вартість основних засобів, у відсотках	12%
Частка власного капіталу в структурі фінансування	45%
Вартість власного капіталу	30%
Вартість позикового капіталу	20%
Виторг (доход) підприємства в перший рік (млн. грн.)	142.86
Річний темп росту доходу	4%

Прибутковість продажів у перший рік проекту	6%
Частка перемінних витрат у ціні продукції	70%
Період обороту дебіторської заборгованості	32 дні
Період обороту кредиторської заборгованості	46 днів
Період обороту товарно-матеріальних запасів	50 днів
Коефіцієнт виплати дивідендів	30%

Приведені дані є мінімально необхідними для оцінки ефективності інвестиційного проекту.

Для всіх проектів передбачений термін освоєння капітальних вкладень - один рік. обхідних оборотних коштів.

Крок 1. Складання таблиці інвестиційних потреб.

Інвестиційні потреби	Сума (млн. грн.)
<i>Вкладення в основні засоби:</i>	36,00
Будівництво і реконструкція	8,50
Устаткування і механізми	18,80
Установка і налагодження устаткування	4,85
Ліцензії і технології	2,50
Проектні роботи	0,90
Навчання персоналу	0,45
<i>Вкладення в оборотні кошти</i>	9,00
Загальний обсяг інвестицій	45,00

Крок 2. Складання таблиці джерел фінансування.

У розглянутому прикладі використаний випадок, коли підприємство фінансує проект частково за рахунок власних коштів і частково за рахунок банківського кредиту, у відповідності зі структурою, зазначеної у вихідних даних. Для приведених вище даних таблиця джерел фінансування має вид:

Спосіб фінансування	Частка	Сума	Вартість капіталу
Власний капітал	45%	20250000	30,00%
Позиковий капітал	55%	24750000	20,00%
<i>Усього</i>	100%	45000000	24,50%

Крок 3. Складання графіка обслуговування боргу.

Визначення суми платежів можна зробити за допомогою електронного процесора Ексел з використанням функції:

$$= \text{ПЛТ}(\text{Процент}; \text{КПЕР}; \text{ТЗ}; \text{Н}),$$

де Процент – процентна ставка, КПЕР – кількість періодів розрахунку проекту, ТЗ – сума виплат, Н – номер періоду, який знаходиться в розрахунках.

Для прикладу Процент = 20%; КПЕР = 6; ТЗ = 24750000; Н = 1. Тоді сума річного платежу дорівнює 7442467 грн. Таблиця обслуговування боргу має вигляд.

Рік	1	2	3	4	5	6
Початковий баланс	24750,000	22257533	19266572	15677419	11370436	6202056
Річна виплата	7442467	7442467	7442467	7442467	7442467	7442467
Відсотки	4950000	4451507	3853314	3135484	2274087	1240411
Основна частина	2492467	2990961	3589153	4306983	5168380	6202056
Кінцевий баланс	22257533	19266572	15677419	11370436	6202056	(0)

Крок 4. Прогноз прибутку.

Як розмір виторгу приймаємо величину, приведену у вихідних даних - 142.86 млн. грн. Потім оцінюємо величину перемінних витрат у вигляді процентної частки від виторгу: 142.86 млн. грн. x 70 % = 100.00 млн. грн. Для цілей даного прикладу приймаємо лінійну амортизацію: протягом усього терміну проекту сума амортизаційних відрахувань повинна дорівнювати вихідній вартості основних засобів за винятком залишкової вартості з рівномірним розподілом по роках. Відповідно до вихідних даних залишкова вартість проекту складає 12 відсотків. При обсязі вкладень в основні засоби 80 % від 45 млн. грн. = 36 млн. грн. сумарне значення амортизаційних відрахувань складає 31.6 млн. грн. Отже, річна амортизація дорівнює 31.6 млн. грн. / 6 = 5.28 млн. грн.

Далі варто оцінити величину прибутку до виплати відсотків і податку на прибуток за допомогою заданого у вихідних даних показника прибутковості продажів, у нашому випадку 6 відсотків від величини виторгу, тобто 142.86 млн. грн. x 6 % = 8.57 млн.грн. Отримані величини дозволяють визначити значення постійних витрат (за винятком амортизації): 142.86 - 100.00 - 5.28 - 8.57 = 29.01 млн. грн. Ця величина надалі по визначенню залишається незмінної при збільшенні обсягу реалізації підприємства. У той же час, обсяг реалізації і перемінних витрат збільшуються з заданим у вихідних даних річним темпом приросту. У результаті прогноз прибутку буде мати наступний вигляд.

<i>Рік</i>	1	2	3	4	5	6
Виторг	142,86	148,57	154,51	160,69	167,12	173,81
Перемінні витрати	100,00	104,00	108,16	112,49	116,99	121,67
Постійні витрати без амортизації	29,01	29,01	29,01	29,01	29,01	29,01
EVDIT	13,85	15,57	17,35	19,20	21,13	23,14

<i>Рік</i>	1	2	3	4	5	6
Амортизація	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28
ЕВІТ	8,57	10,29	12,07	13,92	15,85	17,86
Процентні платежі	4,95	4,45	3,85	3,14	2,27	1,24
ЕВТ	3,62	5,83	8,22	10,79	13,58	16,62
Податок на прибуток	1,09	1,75	2,46	3,24	4,07	4,98
Чистий прибуток	2,54	4,08	5,75	7,55	9,50	11,63
Виплата дивідендів	0,76	1,23	1,73	2,27	2,85	3,49
Прибутковість продажів	6,00%	6,92%	7,81%	8,66%	9,48%	10,27%

Крок 5. Прогноз балансу інвестиційного проекту.

1. Величина статутного фонду дорівнює значенню власного капіталу, інвестованого в проект, у даному прикладі 20.25 млн. грн. Ця величина не змінюється протягом усієї тривалості проекту.
2. Значення нерозподіленого прибутку для першого року величина нерозподіленого прибутку дорівнює величині прибутку, отриманому за перший рік, 2.54 млн. грн. за винятком дивідендів (30 відсотків від прибутку), що в підсумку складає 1.778 млн. грн.
3. Значення кредиторської заборгованості визначається на підставі припущення незмінності оборотності кредиторської заборгованості протягом усієї тривалості інвестиційного проекту, що для даного приклада складає 46 днів. Насамперед визначимо показник оборотності:

$$PT = 365 / 46 = 7.93.$$

4. Потім розраховуємо величину прогнозованого значення кредиторської заборгованості. У позначеннях таблиці прогнозного звіту про прибуток собівартості проданої продукції – це сума перемінних витрат, постійних витрат без амортизації й амортизації основних засобів:

$$AP = 134.29/7.93 = 17.66 \text{ млн. грн.}$$

Аналогічним чином розраховуються величини кредиторської заборгованості на кінець кожного року інвестиційного проекту.

5. Дебіторська заборгованість розраховується аналогічно до розрахунку показника кредиторської заборгованості, але замість собівартості береться величина виторгу від реалізації продукції. Для розглянутого приклада одержимо:

$$AR = 142.86/11.41 = 12.52 \text{ млн. грн.}$$

6. Розрахунок величини товарно-матеріальних запасів (ІА) визначається так само, як величина кредиторської заборгованості:

$$IA = 134.29/7.3 = 18.40 \text{ млн. грн.}$$

7. Основні засоби для розглянутого прикладу : 36 млн. грн. – 5.28 млн. грн. = 30.72 млн. грн. У кожний наступний рік величину річної амортизації варто додавати до статті накопичена амортизація, і чисті

основні засоби будуть щораз визначатися вирахуванням накопиченої амортизації з початкової вартості основних засобів.

Результуюча таблиця прогнозу балансу підприємства (по програмі мінімум, тобто без інвестування частини коштів у ліквідні цінні папери) приведена нижче.

РІК	1	2	3	4	5	6
АКТИВИ						
<i>Оборотні кошти</i>						
Кошти	0,31	4,92	10,09	15,78	21,95	28,56
Дебіторська заборгованість	12,52	13,03	13,55	14,09	14,65	15,24
Товарно-матеріальні запаси	18,40	18,94	19,51	20,11	20,72	21,36
<i>Оборотні кошти усього</i>	31,23	36,89	43,15	49,97	57,33	65,16
<i>Основні засоби</i>	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00
Акумуляована амортизація	5,28	10,56	15,84	21,12	26,40	31,68
Основні засоби, нетто	30,72	25,44	20,16	14,88	9,60	4,32
АКТИВИ УСЬОГО	61,95	62,33	63,31	64,85	66,93	69,48
ЗОБОВ'ЯЗАННЯ І КАПІТАЛ						
Кредиторська заборгованість	17,66	18,19	18,73	19,30	19,89	20,51
Довгостроковий борг	22,26	19,27	15,68	11,37	6,20	0,00
Звичайні акції	20,25	20,25	20,25	20,25	20,25	20,25
Нерозподілений прибуток	1,78	4,63	8,65	13,93	20,58	28,72
ПАСИВИ УСЬОГО	61,95	62,33	63,31	64,85	66,93	69,48

Крок 6. Прогноз грошових потоків.

Для розглянутого приклада прогноз грошових потоків представлений наступною таблицею:

РІК	1	2	3	4	5	6
Чистий прибуток	2,54	4,08	5,75	7,55	9,50	11,63
Амортизація	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28
Оборотні кошти	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,09
Залишкова вартість ОФ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,32
Виплата основної частини боргу	-2,49	-2,99	-3,59	-4,31	-5,17	-6,20
Зміна дебіт заборгованості	0,00	-0,50	-0,52	-0,54	-0,56	-0,59
Зміна ТМЗ	0,00	-0,55	-0,57	-0,59	-0,62	-0,64
Зміна кредит заборгованості	0,00	0,53	0,55	0,57	0,59	0,62
Чистий грошовий потік	5,33	5,85	6,90	7,96	9,02	30,51

Показники ефективності інвестиційного проекту

РІК	0	1	2	3	4	5	6
Чистий грошовий потік	-20,25	5,33	5,85	6,90	7,96	9,02	30,51
Дисконтований грошовий потік	-20,25	4,10	3,46	3,14	2,79	2,43	6,32
Акумуляований дисконтований грошовий потік	-20,25	-16,15	-12,69	-9,55	-6,77	-4,34	1,99

Чисте сучасне значення має позитивний результат (1.99 млн.), тому проект ефективний.

Внутрішня норма прибутковості також буде більше, ніж вартість власного капіталу. IRR проекту складає 33.4% проти 30.0% вартості власного капіталу. Таким чином, проект можна приймати. Термін окупності складе 5 років + $4,34/6,32 * 12 = 5$ років та 8 місяців.

6.7.5. Оцінка можливості банкрутства

Розрахунок чистої приведеної вартості проекту та супутніх із ним параметрів, навіть у випадку, коли вони показують прийнятний рівень ефективності, не є остаточним висновком щодо можливості реалізації цього проекту.

Справа у тому, що виконання інвестиційного проекту супроводжується ризиком банкрутства. Особливо уважно потрібно слідкувати за передбанкрутним станом у випадку, коли було інвестовано в проект, який виконує інше підприємство.

В табл. 6.6 представлено найбільш відомі формули для визначення ймовірності банкрутства.

Кожна з представлених формул є незалежною від абсолютних значень оскільки містить відношення різних фінансових показників роботи підприємства.

Найкращим методом застосування запропонованих формул є використання їх усіх водночас. І тоді рішення щодо ймовірності банкрутства буде прийматися за більшістю результатів за кожною формулою.

Найбільше уваги варто приділяти рівню близькості розрахованого критерію Z до критичного значення моделі ($Z_{кр}$), тобто відношенню

$$\alpha = \frac{Z - Z_{кр}}{Z_{кр}} \quad (6.27)$$

Найвідоміші моделі прогнозування ймовірності банкрутства

Назва моделі	Фактори, включені в модель	Формула моделі	Результати емпіричних досліджень
П'ятифакторна модель Альтмана	X_1 – Власний оборотний капітал / Загальна вартість активів; X_2 – Нерозподілений прибуток (непокритий збиток) / Загальна вартість активів; X_3 – Прибуток до виплати відсотків / Загальна вартість активів; X_4 – Власний капітал / Поточні зобов'язання; X_5 – Чиста виручка / Загальна вартість активів.	$Z = 1,2X_1 + 1,4X_2 + 3,3X_3 + 0,6X_4 + 1,0X_5$	$Z < 1,8$ – ймовірність банкрутства дуже висока $1,8 < Z < 2,70$ – висока $Z > 3,00$ – дуже низька
Модель Таффлера і Тішоу	A – Операційний прибуток / Короткострокові зобов'язання; B – Оборотні активи/Загальна сума зобов'язання; C – Короткострокові зобов'язання/Загальна вартість активів; D – Виручка від реалізації/ Загальна вартість активів.	$Z = 0,53A + 0,13B + 0,18C + 0,16D$	$Z < 0,2$ – ймовірність банкрутства $Z = 0,25$ – критичне значення $Z > 0,3$ – непогані довгострокові перспективи
Модель Спрінгейта	A – Робочий капітал / Загальна вартість активів; B – Прибуток до виплати податків та відсотків / Загальна вартість активів; C – Прибуток до виплати податків та відсотків / Короткострокові зобов'язання; D – Обсяг продажу / Загальна вартість активів.	$Z = 1,03A + 3,07B + 0,66C + 0,4D$	$Z < 0,862$ – є потенційним банкрутом
Модель Ліса	A – Оборотні активи / Загальна вартість активів; B – Операційний прибуток / Загальна вартість активів; C – Нерозподілений прибуток / Загальна вартість активів; D – Власний капітал / Позиковий капітал.	$Z = 0,063A + 0,092B + 0,057C + 0,001D$	$Z = 0,037$ – критичне значення $Z < 0,037$ – висока загроза банкрутства

В усіх випадках це значення має бути позитивним, а якщо воно стане близьким до нуля, ризик банкрутства зростає майже до одиниці.

Тоді сумарний показник близькості до банкрутства має вигляд

$$\alpha_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^4 \alpha_i}{4}. \quad (6.28)$$

Тоді, рівень ризиковості щодо можливості банкрутства буде визначено наступним чином. Якщо $\alpha_{\Sigma} < 0,1$ – такий проект вважається дуже близьким до банкрутства, якщо $0,1 \leq \alpha_{\Sigma} < 0,25$ – середньо ризиковим, тобто таким, що стоїть на межі банкрутства, а коли $\alpha_{\Sigma} > 0,25$ – далеким від банкрутства.

6.8. Індивідуальне завдання № 6

Завдання: зробити фінансові розрахунки по вихідним даним й аналіз рішення за критеріями ефективності. Визначити ймовірність настання банкрутства.

Порядок виконання: для визначення свого варіанту студент використовує номер за списком навчальної групи і обирає дані з табл. 6.6.

Методичні вказівки: всі розрахунки виконуються в середовищі Microsoft Excel.

<u>Загальними умовами для вирішення завдання є наступні</u>	
Оборотність дебіторської заборгованості	35 днів
Оборотність кредиторської заборгованості	40 днів
Оборотність товарно-матеріальних запасів	55 днів
Коефіцієнт виплати дивідендів	29%

Таблиця 6.6

№ П/П	Тривалість проекту (рік)	Обсяг інвестицій (млн. грн.)	Інвестиції в основні засоби	Частка власного капіталу	Вартість власн. капіталу	Вартість позикового капіталу	Доход у перший рік (млн. грн.)	Річний темп росту доходу	Рибутковість продажу в перший рік	Частка перемінних витрат у ціні	Залишкова вартість основних засобів
1.	9	34	72%	45%	30%	27%	93.00	5%	4.50	60%	10%
2.	3	40	45%	45%	29%	23%	202.2	4%	6.50	74%	12%
3.	0	35	65%	50%	28%	15%	88.14	4%	7.00	73%	12%
4.	7	30	58%	30%	27%	30%	206.4	4%	7.50	72%	12%
5.	9	35	59%	35%	26%	20%	70.14	4%	8.00	71%	12%
6.	10	40	60%	40%	25%	19%	67.23	4%	8.50	70%	12%
7.	9	45	61%	45%	24%	18%	141.4	4%	9.00	69%	12%
8.	6	60	62%	50%	23%	17%	147.3	4%	9.50	68%	12%
9.	/	70	63%	55%	22%	16%	138.5	4%	10.00	67%	11%
10	8	80	64%	50%	23%	17%	139.9	4%	9.80	66%	11%
11	9	70	65%	45%	24%	18%	109.9	4%	9.60	65%	11%
12	10	65	66%	40%	25%	19%	107.1	4%	9.40	66%	11%
13	9	148	64%	40%	26%	20%	268.3	4%	9.20	67%	11%
14	6	85	62%	30%	27%	21%	220.3	4%	9.00	68%	11%
15	7	80	60%	25%	28%	22%	185.5	4%	8.80	69%	11%
16	8	35	58%	30%	29%	23%	74.13	4%	8.60	70%	11%
17	9	30	56%	35%	30%	24%	78.61	4%	8.40	71%	11%
18	10	30	54%	40%	31%	25%	83.10	4%	8.20	72%	11%
19	5	60	52%	45%	32%	26%	231.4	4%	8.00	73%	11%
20	6	65	50%	50%	33%	27%	235.0	4%	7.80	74%	10%
21	7	79	48%	55%	34%	28%	300.7	4%	7.60	75%	10%
22	8	64	70%	50%	33%	27%	206.3	4%	7.40	74%	10%
23	9	60	65%	45%	32%	26%	188.4	3%	7.20	73%	10%
24	10	59	60%	40%	31%	25%	183.6	3%	7.00	72%	10%
25	5	109	55%	35%	30%	24%	375.0	3%	6.80	71%	10%
26	6	99	50%	30%	29%	23%	317.4	3%	6.60	70%	10%
27	7	35	45%	35%	28%	22%	128.3	3%	6.40	69%	10%
28	8	66	46%	40%	27%	21%	197.0	3%	6,20	68%	10%
29	9	70	47%	45%	26%	20%	209.2	3%	6,00	67%	9%
30	10	100	48%	50%	25%	19%	275.8	3%	5.80	66%	9%

6.9. Оптимізація ризиків у фінансових операціях

Під фінансовими операціями в цьому посібнику розуміються операції з цінними паперами.

В наш час фондовий ринок пропонує все більше і більше різноманітних видів цінних паперів. Завдяки засобам телекомунікацій, торгівля цінними паперами стала міжнародним явищем, коли, не виходячи з офісу ви можете, здійснювати управління вашим пакетом цінних паперів на всіх фондових біржах світу. Кожен тип цінних паперів має свою доходність, яка з часом коливається, тому вибір тих типів цінних паперів, які варто включити у власні активи, складає певну проблему.

6.9.1. Статистичні характеристики акцій

Оскільки доходність акцій постійно змінюється у часі, виникає потреба визначити міру їх ризикованості. Ця характеристика знаходиться внаслідок досліджень зміни доходності у часі, зведена у таблицю, яка має наступний вигляд.

Дата	Акція типу 1	Акція типу 2	Акція типу j	...	Акція типу n
t	d_{t1}	d_{t2}	d_{tj}	...	d_{tn}

Число колонок у такій таблиці (n) дорівнює числу типів акцій, які розглядаються, а число рядків (N) – кількості спостережень за зміною доходності.

Для кожного типу акцій знаходиться:

– середня доходність
$$M_j = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N d_{tj}; \quad (6.29)$$

– дисперсія доходності
$$D_j = \frac{N}{N-1} \sum_{t=1}^N d_{tj}^2 - M_j^2; \quad (6.30)$$

– середнє квадратичне відхилення доходності або математичний стандарт

$$\sigma_j = \sqrt{D_j}. \quad (6.31)$$

$1 \leq j \leq n.$

Для розрахунку цих показників можна скористатися наступними функціями електронних таблиць Excel: СРЗНАЧ() – для розрахунку середнього, СТАНДАРТ () – для знайдення стандарту. У дужках через

крапку з комою підставляються адреси клітинок, які містять значення доходності.

Мірою відносного відхилення значень доходності відносно середнього служить варіація та коефіцієнт варіації

$$\text{var}_j = \frac{D_j}{M_j}, \quad K \text{ var}_j = \frac{\sigma_j}{M_j}. \quad (6.32)$$

Останній слугує мірою ризикованості акцій. Якщо $K \text{ var}_j < 0,1$ – такий тип акцій вважається низько ризиковим, якщо $0,1 \leq K \text{ var}_j < 0,25$ – середньо ризиковим, а коли $K \text{ var}_j > 0,25$ – високо ризиковим.

Приклад

Розрахувати рівень ризикованості двох акцій, представлених вибірками доходностей, наведеними у таблиці.

Акція 1	38	63	29	36	45	62	23	48	34	27	32	73	47	76
Акція 2	36	63	61	37	45	23	39	24	39	20	73	32	36	28

За розрахунками що $K_{\text{var}2}=0,4$, а $K_{\text{var}1} = 0,38$. Отже, акції другого типу є більш ризикованими.

6.9.2. Міри оцінки ефективності інвестицій у цінні папери

Якщо тепер для кожної дати спостереження знайти середню доходність всіх акцій на фінансовому ринку – M_t – з'являється можливість знайти ще два важливих показника – α та β .

Вони знаходяться як коефіцієнти лінійного рівняння залежності зміни доходності акції j -того типу від середньої доходності фінансового ринку

$$d_{tj} = \alpha + \beta M_t. \quad (6.33)$$

Для визначення цих параметрів скористайтеся підпрограмою електронних таблиць Excel:

ЛИНЕЙН(Data_Y; Data_X; Linear_Type; Stats),

де $Data_Y$ – масив даних витрат на виробництво (y); $Data_X$ – масив даних обсягу виробництва (x); $Linear_Type$ – ознака проходження лінії регресії через 0 (0 – проходить, 1 – не проходить); $Stats$ – потреба виводити

статистичні дані про розрахунок параметрів лінійної регресії (1 – якщо потрібно, 0 – непотрібно).

Значення β буде знаходитися у клітинці C3, а α – у клітинці D3.

Рівень фінансового ризику окремих цінних паперів визначається на основі наступних значень бета-коефіцієнтів:

$\beta = 1$ – середній рівень;

$\beta > 1$ – високий рівень;

$\beta < 1$ – низький рівень.

Якість керування цим типом акцій визначається через альфа-коефіцієнт:

$\alpha < 0$ – низький рівень;

$\alpha = 0$ – середній рівень;

$\alpha > 0$ – високий рівень.

Геометричне представлення цих коефіцієнтів показано на рис. 2.2. Тут β є тангенсом кута нахилу прямої виду (6.5) до осі абсцис, а α – точкою пересічення цієї прямої з віссю ординат.

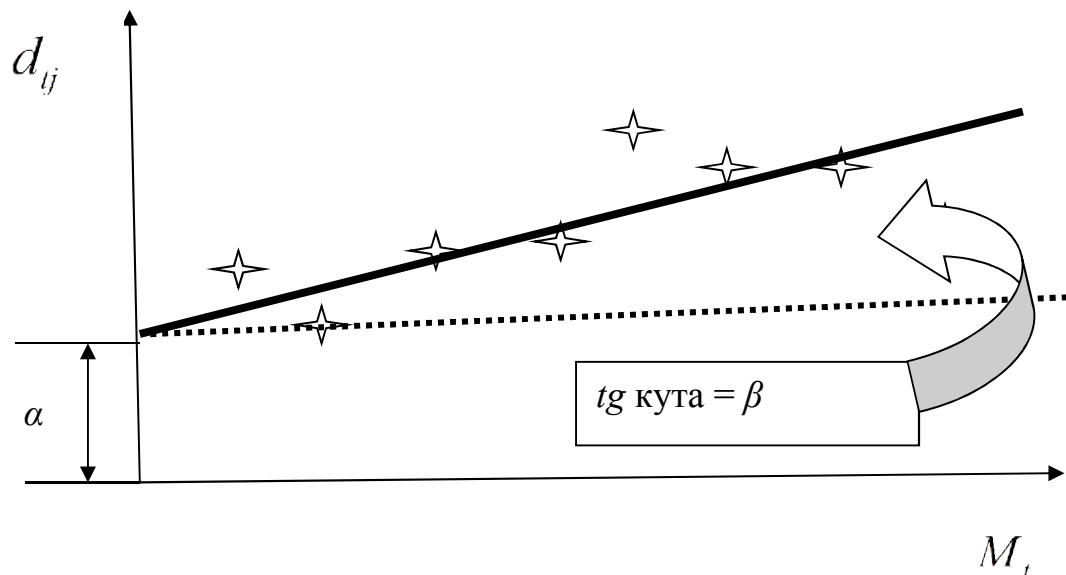


Рис. 6.5 – Графічний зміст коефіцієнтів α та β

Індекс Трейнора (*Treynor Index*) представляє міру отриманої надлишкової прибутковості в розрахунку на одиницю ризику. Надлишковий дохід при цьому визначається як різниця між прибутковістю портфеля і безризиковою ставкою прибутковості за розглянутий період оцінки. Мірою ризику в індексі Трейнора є відносний систематичний ризик, обумовлений “бетою” портфеля, оцінка якого може бути отримана на основі характеристичної лінії портфеля.

$$I_T = \frac{d_{\Pi} - d_0}{\beta_{\Pi}}, \quad (6.34)$$

де d_{Π} – прибутковість портфеля, d_0 – безризикова ставка, β_{Π} – бета портфеля.

Індекс Шарпа (*Sharpe Index*), як і індекс Трейнора, є мірою співвідношення прибутковість/ризик. У чисельнику цього індексу знаходяться ті ж величини, що й в індексі Трейнора. Як міру ризику використовується стандартне відхилення портфеля.

$$I_{Sh} = \frac{d_{\Pi} - d_0}{\sigma_{\Pi}}. \quad (6.35)$$

Індекси Шарпа і Трейнора приводять до одержання приблизно однакових рейтингів, якщо оцінювані портфелі добре диверсифіковані. Якщо їхня диверсифікованість невисока, то при оцінці по цих індексах можуть бути отримані результати, які істотно відрізняються одне від одного.

Ступінь впливу рівня ризику окремого фінансового інструмента інвестування на формування показника рівня ризику портфеля може бути розрахована за наступною формулою

$$L_j = \frac{\text{COV}_{j\Pi} - D_{\Pi}}{\sigma_{\Pi}}, \quad (6.36)$$

де $\text{COV}_{j\Pi}$ – коваріація коливань прибутковості розглянутого фінансового інструмента і прибутковості портфеля, D_{Π} — дисперсія прибутковості портфеля (значення рівня, що задається, його ризику); σ_{Π} — середньоквадратичне (стандартне) відхилення прибутковості портфеля.

6.9.3. Акції та їх міри ризику

На фінансовому ринку звертається, як правило, кілька типів цінних паперів: державні цінні папери, муніципальні облігації, корпоративні акції і т.п. Якщо в учасника ринку є вільні гроші, те їх можна віднести в банк і одержувати чи відсотки купити на них цінні папери й одержувати додатковий дохід. Але в який банк віднести? Які цінні папери купити? Цінні папери з низькими ризиками, як правило, і малоприбуткові, високоприбуткові, як правило, більш ризиковані. Економічна наука може дати деякі рекомендації для рішення цього питання, виробивши поняття портфелю цінних паперів.

Портфелем цінних паперів називається сукупність цінних паперів різних типів, які знаходяться у власності одного підприємства.

Нехай формується портфель цінних паперів з M видів цінних паперів. Нехай частка кожного виду в портфелі інвестицій складає X_j , тоді

$$\sum_{j=1}^M X_j = 1. \quad (6.37)$$

Середнє портфеля цінних паперів складається з середніх кожного цінного паперу

$$M_{\Pi} = \sum_{j=1}^M M_j X_j \quad (6.38)$$

Розрахунок дисперсії портфелю залежить від міри зв'язку поміж окремими цінними паперами. Ця міра зв'язку називається кореляційний момент (в англійській літературі цей параметр називається ко-варіація), яка розраховується за вибірками кожної пари цінних паперів у портфелі

$$\text{cov}_{1,2} = R_{1,2} = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N (d_{1t} - M_1)(d_{2t} - M_2), \quad (6.39)$$

де 1,2 – відповідно перший і другий типи цінних паперів, а M_1, M_2 – їх середні. Чим більший кореляційний момент – тим більший зв'язок цих випадкових величин між собою.

Для приведення кореляційних моментів різних пар цінних паперів до одного масштабу, знаходиться коефіцієнт кореляції (в англійській літературі цей параметр інколи називається кореляція)

$$\text{cor}_{1,2} = r_{1,2} = \frac{R_{1,2}}{\sigma_1 \cdot \sigma_2}, \quad (6.40)$$

де σ_1, σ_2 – стандарти доходності цінних паперів типу 1 та 2. Завдяки такому перетворенню коефіцієнт кореляції завжди змінюється в діапазоні $[\pm 1]$. Коли він близький до нуля, це означає, що зв'язку між цими випадковими величинами немає, а коли його значення близьке до 1, це означає що ці випадкові величини пов'язані між собою лінійним співвідношенням. Знак + означає, що з доходністю першого паперу росте і доходність другого. Знак - означає, що з ростом доходності одного паперу, доходність другого падає.

Якщо рівень зв'язку поміж різними цінними паперами у портфелі незначний, як це показує кореляція поміж ними, дисперсія портфелю знаходиться як

$$D_{\Pi} = \sum_{j=1}^M X_j D_j. \quad (6.41)$$

При великих значеннях коефіцієнта кореляції дисперсія портфеля враховує коваріацію цінних паперів

$$D_{\Pi} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \left((D_i X_i)(D_j X_j) r_{ij} \right), \quad (6.42)$$

$$i \neq j$$

Середньоквадратичне відхилення доходності портфеля визначається за формулою (2.23), а міра ризику – за формулою (2.24).

Коефіцієнти альфа та бета портфеля цінних знаходяться за однаковими формулами

$$\alpha_{\Pi} = \sum_{j=1}^M X_j \alpha_j, \quad \beta_{\Pi} = \sum_{j=1}^M X_j \beta_j. \quad (6.43)$$

Оцінки міри ризику для портфеля такі ж, як і для окремого цінного паперу.

Приклад.

Знайти міри ризику для портфеля цінних паперів, який складається з 2-х видів. Для розрахунку взяти вибіркові значення доходності, представлені у прикладі п. 6.9.1. Вважати, що цінні папери 1-го типу представлені у портфелі в обсязі 57%, а 2-го типу – в обсязі 43%.

Знайдемо спочатку коефіцієнт кореляції поміж ними. Для цього скористаємося функцією КОРРЕЛ(масив1;масив2), в якій масиви 1 та 2 являють собою вибірку значень доходності. В результаті отримаємо $r_{1,2} = -0,24$. Знак мінус показує, що зі зростанням доходності цінних паперів першого типу, доходність цінних паперів другого типу зменшується. Величина коефіцієнту показує, що кореляційний зв'язок поміж ними слабкий.

З попереднього прикладу ми вже маємо значення ризикованості окремих типів цінних паперів – 0,38 і 0,4, то застосуємо формулу (6.41), з урахуванням формули (6.31).

$$K_{ВАР\Pi} = \sqrt{0,38^2 \cdot 0,57 + 0,4^2 \cdot 0,43} = 0,388726125$$

6.10. Індивідуальне завдання № 7

Завдання: знайти статистичні оцінки ризикованості акцій.

Порядок виконання: Дана зміна доходності протягом 9 днів для 6 типів акцій. Порівняти їх за мірою ризикованості та розрахувати альфа- та бета-коефіцієнти. Зробити висновки за отриманими результатами.

Методичні вказівки: для визначення свого варіанту студент використовує номер за списком навчальної групи і обирає дані з табл. 6.7. Всі розрахунки виконуються в середовищі Microsoft Excel.

Таблиця 6.7

№ п/п	Акції типу 1	Акції типу 2	Акції типу 3	Акції типу 4	Акції типу 5	Акції типу 6
1	11,954	13,907	14,263	14,611	13,491	12,424
	11,913	12,074	11,960	15,207	13,367	14,318
	11,572	12,654	14,203	11,762	13,568	14,922
	12,591	12,880	13,333	13,217	14,256	15,677
	11,638	12,269	12,537	13,624	13,694	13,718
	12,536	13,659	13,864	12,909	12,687	14,753
	13,054	11,811	10,332	11,891	10,604	11,069
	13,64	14,892	14,471	12,323	13,143	10,781
	15,513	13,702	12,71	12,08	12,9	13,549
2	11,820	13,783	12,361	14,612	12,084	13,537
	11,806	11,931	12,132	13,444	13,332	15,209
	13,376	13,424	14,519	14,817	13,918	16,153
	12,175	12,381	14,647	13,911	13,596	14,714
	10,139	12,112	11,820	10,399	11,604	13,345
	11,786	13,505	13,440	14,856	12,688	13,533
	14,779	11,73	15,448	11,562	12,569	12,905
	12,839	14,953	13,604	15,473	11,785	11,537
	13,663	13,1	11,271	12,939	13,11	10,835
3	11,574	12,955	14,174	14,016	13,100	13,394
	12,602	13,421	14,663	15,042	13,572	15,713
	12,012	12,654	12,996	13,896	13,463	12,148
	12,245	13,043	14,517	15,338	14,976	14,063
	12,502	13,879	13,744	14,726	13,145	12,669
	12,976	13,482	14,434	15,594	15,467	14,364
	10,172	10,793	11,877	10,475	14,631	15,186
	13,436	11,564	14,261	14,37	14,619	11,565
	12,786	13,171	14,517	10,181	12,071	11,76
4	14,162	15,191	16,511	15,118	14,409	17,416
	12,522	12,995	15,415	15,263	14,700	13,072
	13,123	15,042	13,177	16,430	14,913	14,860
	12,043	12,570	14,005	14,864	12,917	12,820
	11,472	12,600	11,845	12,878	14,097	14,554
	12,441	13,296	13,139	15,486	12,849	14,172
	11,033	14,763	14,957	10,482	13,371	15,314
	15,651	10,311	11,749	10,069	12,505	10,373
	10,868	11,655	15,389	13,488	11,089	11,269
5	11,265	12,891	11,612	12,845	11,401	13,668

№ п/п	Акції типу 1	Акції типу 2	Акції типу 3	Акції типу 4	Акції типу 5	Акції типу 6
	12,131	12,365	12,890	12,283	13,833	15,160
	14,480	15,143	17,277	15,657	14,960	15,963
	12,572	13,837	12,596	13,157	15,296	16,424
	10,865	12,623	11,558	14,056	10,873	14,489
	11,962	12,287	13,799	12,841	13,769	15,677
	11,818	11,079	13,744	12,723	12,167	11,445
	12,131	11,762	13,064	12,428	14,369	10,408
	14,065	14,698	11,58	11,955	10,015	14,067
6	10,908	11,940	12,719	11,464	12,486	11,458
	9,766	9,842	10,987	10,843	12,003	13,471
	11,702	12,463	13,454	12,725	13,619	13,226
	11,472	12,097	12,784	12,302	14,188	12,603
	13,503	13,740	13,848	14,758	15,457	13,570
	15,456	16,452	16,450	17,013	17,052	17,229
	12,38	10,757	10,85	15,517	10,13	10,23
	15,035	13,717	13,835	12,324	12,612	14,82
7	13,915	13,308	13,907	14,76	10,969	13,615
	10,161	12,144	10,537	13,397	10,223	12,266
	11,492	12,945	11,892	12,298	12,097	11,582
	12,428	12,895	15,227	13,407	14,462	14,330
	12,416	13,050	14,567	15,240	13,731	13,284
	10,813	12,380	12,008	14,134	10,968	11,675
	13,388	14,643	15,659	16,734	15,631	16,916
	14,045	13,298	11,753	10,634	10,774	13,346
8	11,854	11,076	15,008	15,52	13,707	14,934
	12,293	12,613	13,244	13,098	11,317	12,795
	9,889	11,603	11,612	12,721	11,453	12,102
	12,517	13,256	12,947	12,596	12,853	13,036
	12,786	12,822	15,447	14,452	15,143	16,247
	11,863	12,114	13,359	13,437	11,913	15,300
	11,444	13,292	13,703	11,504	13,406	15,255
	14,696	15,946	16,829	17,698	16,051	17,140
9	12,41	11,976	13,625	14,556	13,008	15,107
	13,18	12,788	10,561	13,739	11,082	11,067
	10,207	11,496	13,408	11,855	12,819	11,183
	11,999	13,995	13,415	12,868	12,339	13,682
	12,241	12,793	14,227	13,426	12,656	15,808
	12,120	13,933	14,592	13,354	12,278	14,786
	11,506	13,401	12,193	13,845	12,406	13,317
	12,376	13,710	15,068	13,133	12,707	14,716
10	12,148	13,970	15,119	12,886	14,518	13,300
	11,49	10,366	12,194	11,04	15,453	10,251
	12,547	11,26	14,502	12,471	11,346	13,189
	14,954	15,214	14,691	14,643	10,66	13,722
	11,293	11,493	13,753	12,936	12,881	13,820
	12,112	12,919	12,415	14,048	14,770	14,310
	11,429	13,098	14,277	14,551	11,639	13,524
	10,526	11,988	11,705	12,466	11,825	10,864
	11,467	13,364	12,171	11,631	11,923	13,764
	11,467	13,334	12,338	14,208	12,271	13,324
	12,457	12,82	14,672	11,122	12,201	11,865
	11,303	11,106	14,522	12,982	10,733	13,26
	13,577	10,597	12,214	13,755	10,945	14,422

№ п/п	Акції типу 1	Акції типу 2	Акції типу 3	Акції типу 4	Акції типу 5	Акції типу 6
11	11,954	13,381	14,468	12,274	13,094	13,014
	11,913	12,754	14,452	13,449	14,079	14,121
	11,572	12,623	11,901	12,132	13,555	14,708
	12,591	14,289	12,943	15,645	15,376	15,788
	11,638	12,955	12,637	11,702	12,786	13,542
	12,536	14,495	14,612	14,490	12,852	12,658
	10,3	11,802	10,558	12,556	13,707	11,064
	10,077	15,049	13,202	12,789	11,011	13,633
	10,609	12,755	12,388	10,54	10,299	10,794
12	11,820	12,832	13,906	12,432	13,609	12,919
	11,806	12,724	14,135	14,936	14,227	14,873
	13,376	14,119	14,326	15,519	15,372	15,364
	12,175	12,236	14,132	13,943	12,417	13,732
	10,139	12,117	10,606	10,683	10,995	12,416
	11,786	12,572	14,074	15,135	14,459	12,269
	11,947	12,442	12,102	11,653	14,821	10,956
	12,549	13,822	12,061	13,647	10,139	14,699
	13,769	14,628	11,745	12,76	15,414	11,804
13	11,574	11,725	11,798	12,740	13,207	13,470
	12,602	14,100	13,887	14,496	13,683	15,434
	12,012	13,772	14,191	13,929	13,937	13,956
	12,245	12,743	14,992	15,045	14,583	12,772
	12,502	13,123	15,173	13,344	12,592	14,666
	12,976	13,812	15,706	15,414	15,655	14,494
	14,962	14,212	14,37	10,706	10,342	15,047
	12,605	13,714	11,913	10,173	10,266	14,133
	13,39	10,077	13,509	12,414	11,003	14,122
14	14,162	15,519	16,403	17,273	15,211	18,008
	12,522	12,853	15,488	15,031	14,035	14,447
	13,123	13,967	13,330	14,221	13,849	16,304
	12,043	13,658	13,493	13,774	14,343	13,151
	11,472	12,136	14,103	12,386	12,564	13,363
	12,441	13,616	12,717	14,347	15,090	15,575
	15,321	14,514	13,761	13,437	10,435	11,349
	13,688	12,501	14,047	13,697	11,012	13,568
	13,015	10,806	10,246	14,705	14,031	13,639
15	11,265	12,052	14,016	14,047	12,064	11,667
	12,131	12,983	12,296	15,291	14,095	13,940
	14,480	16,275	16,717	16,194	15,413	15,427
	12,572	13,244	14,897	14,571	15,340	15,674
	10,865	11,659	10,923	11,533	13,089	11,709
	11,962	13,388	12,492	14,907	13,977	14,358
	12,273	10,582	10,729	12,873	15,334	10,504
	11,192	11,71	12,772	14,989	12,052	12,829
	13,259	12,302	11,952	11,653	10,325	12,07
16	10,908	11,114	13,790	11,873	13,029	11,012
	9,766	11,117	12,354	11,287	12,546	10,249
	11,702	12,455	13,484	12,153	13,075	12,310
	11,472	12,053	11,617	14,065	11,503	13,322
	13,503	14,469	14,195	16,018	14,812	15,556
	15,456	17,355	16,685	15,598	16,603	19,311
	10,743	13,107	13,977	10,612	13,257	10,103
	14,806	12,73	11,274	14,489	13,487	11,714

№ п/п	Акції типу 1	Акції типу 2	Акції типу 3	Акції типу 4	Акції типу 5	Акції типу 6
	13,917	11,842	10,508	14,059	10,903	14,528
17	10,161	10,431	10,695	13,393	11,153	11,751
	11,492	13,087	11,889	12,564	13,613	11,699
	12,428	14,259	12,561	13,100	13,888	14,348
	12,416	14,059	12,522	13,706	14,389	13,536
	10,813	10,818	12,951	12,192	11,765	14,450
	13,388	14,590	14,628	14,764	14,307	16,962
	10,314	11,939	13,192	11,174	10,418	13,217
	12,381	12,678	13,225	15,304	14,424	13,462
	12,574	11,391	11,633	10,652	15,083	12,711
18	9,889	11,198	10,095	12,783	11,183	10,835
	12,517	13,735	14,247	13,208	15,072	15,429
	12,786	13,231	15,070	13,013	14,133	16,174
	11,863	12,183	13,377	13,203	11,916	12,421
	11,444	11,999	13,243	14,233	13,024	12,491
	14,696	14,906	14,730	17,126	17,331	15,297
	12,894	11,848	14,255	11,461	11,5	13,227
	10,66	11,036	15,099	15,435	13,372	10,76
	14,266	13,146	14,38	13,084	14,038	14,563
19	11,999	12,509	12,361	14,850	14,026	15,078
	12,241	13,124	15,153	14,655	15,038	15,460
	12,120	12,240	12,945	12,701	13,006	13,616
	11,506	12,815	13,497	13,746	13,218	14,658
	12,376	12,808	14,477	15,690	14,127	12,427
	12,148	13,932	13,771	14,039	14,440	12,250
	14,86	10,825	14,548	13,411	15,351	14,955
	13,161	11,053	10,764	13,005	10,347	14,138
	11,6	10,567	11,483	13,277	14,139	10,91
20	11,293	11,563	14,165	14,763	12,874	14,426
	12,112	13,348	13,988	12,222	14,409	13,381
	11,429	11,680	14,364	11,472	13,201	11,925
	10,526	11,960	11,740	12,709	12,061	12,319
	11,467	11,774	11,862	12,466	12,013	12,865
	11,467	11,747	12,326	13,699	13,968	12,173
	10,912	14,664	14,595	11,794	14,64	14,949
	13,139	11,744	12,389	10,087	13,563	10,031
	10,395	12,986	12,932	10,593	11,047	15,645
21	11,954	13,543	13,158	14,299	14,420	12,797
	11,913	12,292	13,565	13,888	13,886	12,930
	11,572	11,745	12,146	12,162	13,720	15,055
	12,591	14,354	12,829	14,346	13,412	16,083
	11,638	13,317	13,026	11,899	14,227	13,862
	12,536	14,156	14,004	15,164	14,165	12,651
	10,289	11,306	12,77	10,373	13,129	12,232
	10,333	10,998	14,838	12,924	10,419	11,086
	11,385	15,572	14,63	14,153	13,033	13,687
22	11,820	12,499	11,834	15,220	12,420	12,394
	11,806	12,803	14,115	14,830	12,295	14,506
	13,376	13,724	15,571	14,055	15,511	14,009
	12,175	13,275	14,218	14,957	13,936	12,930
	10,139	10,635	10,975	12,273	10,431	13,031
	11,786	13,607	14,470	14,452	13,871	12,949
	10,708	13,341	15,209	10,68	13,665	13,012

№ п/п	Акції типу 1	Акції типу 2	Акції типу 3	Акції типу 4	Акції типу 5	Акції типу 6
	12,658	11,912	14,035	15,569	12,802	13,533
	10,122	13,555	13,4	12,345	13,82	10,11
23	11,574	12,615	12,977	14,600	11,962	12,629
	12,602	14,600	13,219	12,806	14,657	13,855
	12,012	12,482	12,072	13,876	13,781	12,645
	12,245	14,012	13,432	14,994	14,489	14,450
	12,502	12,511	12,574	12,581	13,727	13,138
	12,976	14,279	15,732	15,464	15,332	15,686
	15,097	15,405	10,558	12,12	14,096	13,8
	11,339	15,114	12,532	11,816	13,476	14,787
	11,318	10,244	12,206	12,152	10,498	10,213
24	14,162	15,097	16,664	15,119	15,614	16,602
	12,522	13,107	13,259	15,520	14,122	15,000
	13,123	13,462	14,243	15,733	14,196	13,900
	12,043	12,656	14,471	13,502	13,883	15,184
	11,472	12,402	14,301	11,937	12,424	13,662
	12,441	12,922	12,501	14,496	14,711	16,107
	10,659	15,636	12,23	14,287	11,014	10,961
	13,512	14,707	13,778	10,52	13,035	14,277
	12,626	10,707	12,554	10,724	14,032	10,669
25	11,265	12,585	11,693	11,892	12,272	11,771
	12,131	13,804	14,553	12,888	12,203	13,570
	14,480	15,883	16,938	17,964	15,827	16,217
	12,572	13,682	14,710	13,215	14,412	12,883
	10,865	11,008	12,093	10,942	11,787	14,353
	11,962	12,771	12,948	12,553	14,741	14,898
	11,626	13,958	12,72	12,939	15,622	15,341
	13,829	10,004	15,032	11,317	12,007	11,042
	14,909	13,873	13,223	11,357	10,535	14,608
26	10,908	12,573	13,457	13,093	13,315	12,251
	9,766	11,044	11,508	11,785	10,927	10,205
	11,702	13,345	13,567	14,966	14,416	13,449
	11,472	11,740	12,569	12,698	13,065	11,547
	13,503	14,632	16,452	14,309	15,559	16,024
	15,456	16,674	17,416	16,571	17,512	19,215
	13,164	14,644	10,172	15,418	14,524	14,701
	11,215	10,509	12,113	13,411	14,012	14,238
	14,851	11,954	15,317	13,596	14,586	15,585
27	10,161	12,013	12,309	13,480	10,737	10,362
	11,492	12,874	12,130	11,774	12,208	13,078
	12,428	14,133	13,361	15,555	13,970	12,772
	12,416	13,743	12,485	15,630	14,477	14,736
	10,813	10,866	12,196	10,991	12,082	11,145
	13,388	15,128	13,703	16,777	13,895	17,200
	14,442	10,475	13,837	13,066	14,913	13,121
	15,174	10,341	11,349	13,326	15,443	15,154
	14,249	11,751	12,072	10,263	11,822	15,6
28	9,889	11,361	10,420	10,167	10,772	11,689
	12,517	12,568	13,011	12,590	13,770	14,967
	12,786	14,656	12,976	13,292	14,371	13,211
	11,863	13,064	14,263	15,093	13,658	12,023
	11,444	12,354	13,277	12,915	13,978	15,040
	14,696	16,068	17,289	15,475	15,921	16,822

№ п/п	Акції типу 1	Акції типу 2	Акції типу 3	Акції типу 4	Акції типу 5	Акції типу 6
	14,535	10,492	11,191	11,446	10,918	15,363
	11,63	13,986	13,082	13,932	15,357	12,927
	11,047	14,227	13,488	14,959	12,389	13,697
29	11,999	13,785	12,086	13,075	12,001	14,557
	12,241	13,972	12,655	15,409	14,427	15,364
	12,120	12,223	13,483	14,749	13,943	15,458
	11,506	12,741	13,154	14,019	13,421	14,352
	12,376	12,607	15,165	15,504	12,505	16,273
	12,148	13,647	13,685	13,575	13,531	13,580
	13,24	14,403	15,172	10,629	11,94	15,244
	13,674	11,491	12,799	13,506	15,211	10,11
	10,233	12,527	13,669	15,065	12,619	13,842
30	11,293	11,455	11,496	13,262	12,301	13,370
	12,112	13,212	14,231	14,946	12,130	13,687
	11,429	12,990	11,766	14,277	12,649	12,901
	10,526	10,985	11,664	10,955	12,575	11,408
	11,467	13,087	13,639	12,660	11,969	14,170
	11,467	12,661	13,769	11,926	13,023	14,202
	10,14	14,299	14,09	11,063	13,002	14,751
	11,972	15,428	10,125	10,795	11,87	12,271
	13,205	13,88	10,163	12,077	14,07	15,495

6.11. Портфелі акцій

Модель Марковіца.

За цією моделлю може бути знайдено оптимальне рішення за допомогою методів лінійного програмування для:

- максимуму доходів при заданому значенні ризику

$$\begin{cases} m_p = \sum_i x_i d_i \rightarrow \max \\ \sum_i \sum_j x_i x_j v_{ij} = r_p \\ \sum_i x_i = 1 \end{cases}, \quad (6.44)$$

- мінімуму ризику при заданому значенні доходності портфелю цінних паперів

$$\begin{cases} v_p = \sum_i \sum_j x_i x_j v_{ij} \rightarrow \min \\ \sum_i x_i d_i = m_p \\ \sum_i x_i = 1 \end{cases}, \quad (6.45)$$

де X_i – частка капіталу, витрачена на покупку цінних паперів i -го виду, D_i – середня прибутковість цінних паперів i -го виду у відсотках в розрахунку

на одну грошову одиницю, M_P – задана середня прибутковість цінних паперів усього портфелю, V_{ij} – ковариація доходностей цінних паперів i – го та j – го видів, V_P – ковариація усього портфелю цінних паперів, якою вимірюється ризик портфелю, RP – задана середня ковариація цінних паперів усього портфелю.

Модель Міллера-Орра.

Модель управління грошовими коштами запропонована американськими економістами Мертоном Міллером і Даніелем Орром враховує невизначеність вхідних і вихідних грошових потоків, яка має місце на досліджуваному підприємстві. Модель Міллера-Орра зображена на рис. 6.6. На ньому показані коливання грошових коштів між верхньою і нижньою межами. Верхня межа, позначена буквою U^* , показує максимальну суму залишку коштів, нижня L – мінімальну. Коливання залишку коштів відбувається навколо лінії C^* і повертається до цієї лінії.

Логіка моделі наступна: залишок грошових коштів на розрахунковому рахунку змінюється хаотично доти, поки не досягає якогось верхньої межі. Як тільки це відбувається, підприємство починає купувати цінні папери для того, щоб повернути запас грошових коштів до певного нормального стану, що визначається експертом виходячи із статистичних даних.

Якщо запас грошових коштів сягає нижньої межі, то в цьому випадку підприємство продає свої цінні папери і отримує грошові кошти, довівши їх запас до нормального межі.

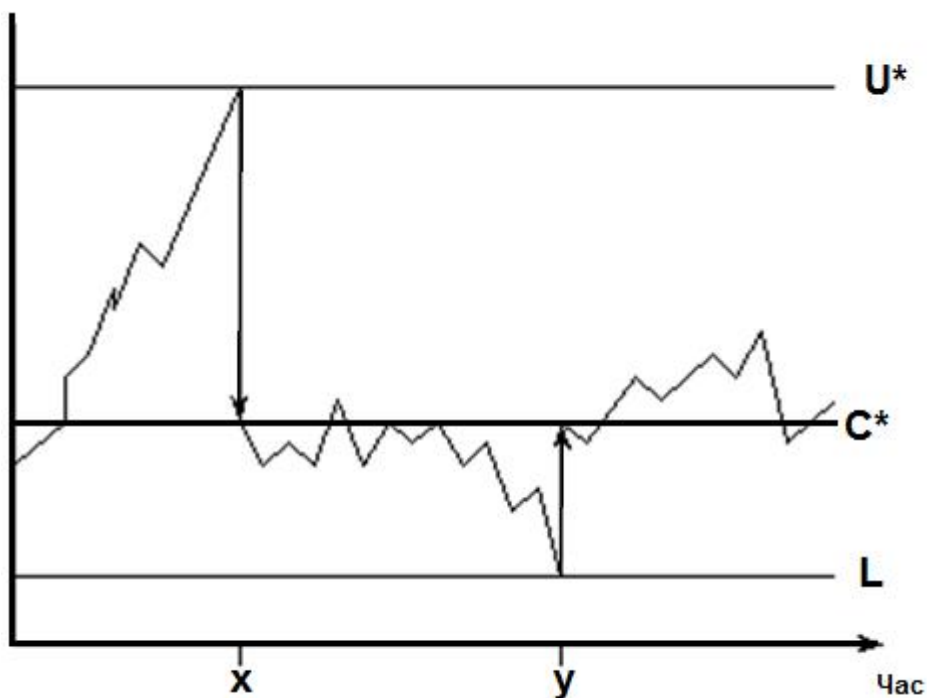


Рис 6.6 – Графічне зображення моделі Міллера-Орра

Реалізація цієї моделі на практиці включає наступні етапи:

1) встановлюється мінімальна величина грошових коштів L , яку доцільно мати на розрахунковому рахунку, виходячи з середньої потреби грошей на тиждень(у нашому випадку);

2) за статистичними даними визначається варіація надходження грошових коштів на розрахункові рахунки (Var);

3) розраховуються витрати по взаємній трансформації грошових коштів і цінних паперів (Z);

4) розраховується розмах варіації на розрахунковому рахунку за такою формулою

$$R = 3 \sqrt{\frac{3ZVar}{4Z_a}}, \quad (6.46)$$

де R – розмах варіації, Z – витрати з трансформації, Var – щотижнева варіація, Z_a – альтернативні витрати на зберігання коштів.

б) розраховується верхня межа грошових коштів U^* , виходячи з того, що при досягненні цієї межі або її перевищенні, частина грошових коштів необхідно буде конвертувати у цінні папери

$$U^* = L + R. \quad (6.47)$$

7) визначається точка повернення, тобто величини залишку грошових коштів на розрахунковому рахунку, до якої необхідно повернутися у разі, якщо фактичний залишок виходить на межі або за кордону верхньої і нижньої межі

$$C^* = L + R/3. \quad (6.48)$$

Ця модель дозволяє формувати оптимальний залишок грошових коштів на розрахунковому рахунку.

Модель Коена.

Алгоритм побудови оптимального портфелю був розроблений Стівеном Коеном, а саме метод формування ефективного інвестиційного портфеля з обмеженнями на частки активів з огляду на доходність емітенту в залежності від його ціни. Особливістю цієї моделі є можливість невикористання кореляційного моменту між акціями, оскільки усі вони мають високу очікувану доходність зумовлену фундаментальними ринковими умовами та зміною економічних показників компаній

Для побудови моделі використовується коефіцієнт β . Коефіцієнт β (ризик) оцінює чутливість цін акцій до фондового індексу. Бета показує, як зміниться ціна акції при зміні значення індекс. Даний коефіцієнт може приймати як позитивні, так і негативні значення. Значення коефіцієнта бета рівне 0 означає, що мінливість ціни акції практично ніяк не залежить від мінливості індексу. Значення коефіцієнта більше нуля говорить про

позитивну кореляцію між ціною даної акції та індексом, тобто зростання індексу, так само як і його падіння супроводжується зростанням або падінням ціни акції. Негативна бета означає, що ціна акції змінюється в напрямку, протилежному зміні індексу. Якщо, наприклад, бета акції дорівнює 1,5, то при падінні індексу S&P 500 на 1% ціна даної акції повинна впасти на 1,5%.

Розрахунок коефіцієнта має наступний вигляд

$$\beta_i = \frac{\sum_{t=1}^T \left[\left(r_{mt} - R_{ft} - \frac{\sum_{t=1}^T (r_{mt} - R_{ft})}{T} \right) \left(r_{it} - R_{ft} - \frac{\sum_{t=1}^T (r_{it} - R_{ft})}{T} \right) \right]}{\sum_{t=1}^T \left(r_{mt} - R_{ft} - \frac{\sum_{t=1}^T (r_{mt} - R_{ft})}{T} \right)^2}, \quad (6.49)$$

де r_{mt} – ринкова прибутковість у час t ; R_{ft} – прибутковість по безризиковим операціям; R_{it} – дохідність емітента у час t ;

Загальний вигляд моделі для побудови портфеля:

$$(V_p - E_p) \rightarrow \min, \quad (6.50)$$

$$\text{де } \begin{cases} \sum_{i=1}^N X_i = 1 \\ \sum_{i=1}^N p_i q_i V \leq S \end{cases}$$

$E_p = \sum_{i=1}^N X_i E_i$ – очікувана прибутковість портфеля;

$V_p = \sum_{i=1}^N \beta_i X_i \sigma_i$ – очікуваний ризик,

X_i – частка i -го активу; E_i – прибутковість i -го активу (папера); σ_i – середньоквадратичне відхилення i -го активу;

N – кількість активів у портфелі; $ij \in [1, N]$.

Модель Шарпа.

Для диверсифікації інвестиційного ризику між портфелями використано модель Шарпа, яка розглядає взаємозв'язок доходності кожного сформованого портфелю з прибутковістю ринку в цілому. Побудова моделі вимагає введення додаткового коефіцієнта α , який відображає надлишкову прибутковість. Якщо ринок цінних паперів перебуває в рівновазі, то коефіцієнт дорівнюватиме нулю. Але, так як на практиці ринок завжди розбалансований, то α показує надлишкову прибутковість даного портфелю

(позитивну чи негативну), тобто наскільки даний інвестиційний переоцінюється або недооцінюється інвестором.

Коефіцієнт β_p називають ризиком портфеля, бо він характеризує ступінь залежності відхилень доходності портфеля від відхилень доходності ринку в цілому. Цей коефіцієнт був визначений для паперів-складових, тобто його можна швидко визначити для портфеля в цілому

$$\beta_{pj} = \sum_{i=1}^N X_i \beta_i, \quad (6.51)$$

де X_i – частка i -ого активу у портфелі, β_i – ризик активу i -ого активу у портфелі.

Основна перевага моделі Шарпа – математично обґрунтована взаємозалежність доходності та ризику: чим більше ризик, тим вище прибутковість портфелю.

Також необхідно ввести коефіцієнт залишкового ризику, який характеризує ступінь розкиду значень відхилень доходності портфелю щодо прогнозованих значень. Залишковий ризик визначають як середнє квадратичне відхилення емпіричних точок прибутковості портфелю. Залишковий ризик j -ого портфелю позначимо ρ_j .

Показник ризику вкладення коштів у j -ий портфель визначається ризиком β_{pj} і залишковим ризиком ρ_j .

Прибутковість портфеля після диверсифікації визначається за формулою

$$R_p = R_f + \sum_{j=1}^N (\alpha_j \cdot W_j) + (R_m - R_f) \cdot \sum_{j=1}^N (\beta_{pj} \cdot W_j), \quad (6.52)$$

де W_j – доля j -ого набору акцій у диверсифікованому портфелі.

Ризик після диверсифікації знайдемо як

$$\rho_p = \sqrt{\left(\sum_{j=1}^N (\beta_{pj} W_j) \right)^2 \cdot \rho_m^2 + \sum_{j=1}^N (\rho_j^2 W_j^2)} \quad 1 < j < N, \quad (6.53)$$

де ρ_m – середньоквадратичне відхилення прибутковості ринку в цілому, тобто показник ризику ринку в цілому;

Надлишкова прибутковість портфеля

$$\alpha_j = (r_j - R_f) - \beta_{pj} (r_m - R_f), \quad (6.54)$$

де r_j – прибутковість j -ого портфелю; R_f – прибутковість за безризиковими операціями; r_m – прибутковість ринкового портфелю.

Залишковий ризик портфелю ρ_j розраховується за формулою

$$\rho_j = (r_j - R_f - \beta \cdot (r_m - R_f))^2, \quad 1 < j < N \quad (6.55)$$

Ризик ринку цінних паперів в цілому визначається наступним чином:

$$\rho_m = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T \left(r_{mt} - R_{ft} - \frac{\sum_{t=1}^T (r_{mt} - R_{ft})}{T} \right)^2}{T}}, \quad (6.56)$$

де r_{mt} – прибутковість ринку цінних паперів у час t ;

R_{ft} – прибутковість за без ризиковими операціями у час t .

З використанням моделі Шарпа для розрахунку характеристик диверсифікованого портфелю пряма задача набуває вигляду:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_f + \sum_{j=1}^N (\alpha_j \cdot W_j) + (R_m - R_f) \cdot \sum_{j=1}^N (\beta_{pj} \cdot W_j) \rightarrow \max; \\ \sqrt{\left(\sum_{j=1}^N (\beta_{pj} W_j) \right)^2 \cdot \rho_m^2 + \sum_{j=1}^N (\rho_j^2 W_j^2)} \leq \rho_{req}; \\ W_j \geq 0; \\ \sum_{j=1}^N W_j = 1. \end{array} \right. , \quad (6.57)$$

Модель Пістунова-Сітнікова.

Модель побудована на базі моделі Марковіца, але не вимагає завдання певного рівня ризику чи доходності портфеля. В цій моделі виконано об'єднання вимоги мінімуму ризику та максимум прибутку. Для цього формула ризику портфеля поставлена у чисельник, а доходності – у знаменник. Окрім того, в чисельник додано середньозважений стандарт портфелю, що дозволило отримати модель, яка сама обирає оптимальний набір акцій.

Модель має дві модифікації:

- при відсутності без ризикових паперів

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sqrt{\sum_i x_i^2 v_i^2} + \sum_i \sum_j x_i x_j v_{x_i x_j}}{\sum_i x_i d_i} \rightarrow \min \\ \sum_i x_i = 1 \\ x_i \geq 0 \end{array} \right. \quad (6.58)$$

– при наявності без ризикових цінних паперів (тобто, облігацій)

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{x_0 m_0 + \sqrt{\sum_i x_i^2 v_i^2} + \sum_i \sum_j x_i x_j v_{x_i x_j}}{\sum_i x_i d_i} \rightarrow \min \\ \sum_i x_i = 1 \\ x_i \geq 0 \end{array} \right. \quad (6.59)$$

Всі позначення аналогічні позначенням для моделей Марковіца.

За цією моделлю було проведено більше 30 оптимальних розрахунків, використовуючи випадкові значення доходностей, розподілених згідно рівномірного закону. Аналогічні розрахунки були проведені для моделей Марковіца і Шарпа. Результати розрахунків порівнювалися за критерієм відносного ризику портфеля

$$r_{\Pi} = \frac{\sum_i \sum_j x_i x_j v_{x_i x_j}}{\sum_i x_i d_i} \quad (6.60)$$

На підставі отриманих результатів було побудовано графік на рис. 6.7. Середній рівень відносної ризиковості склав для моделі:

Пістунова-Сітнікова – 0,000405158;
 Марковіца задана дохідність – 0,028014;
 Марковіца заданий ризик – 0,070987;
 Шарпа – 0,060984.

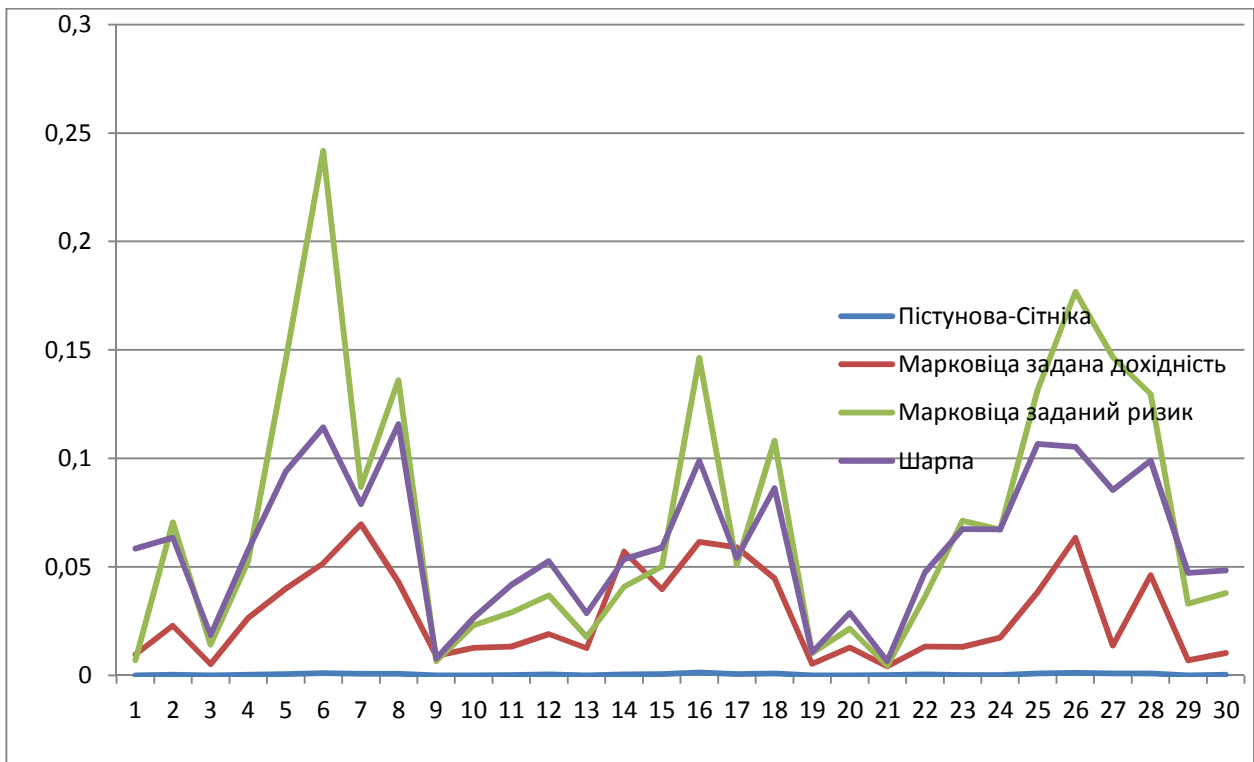


Рис. 6.7 – Відносна ризиковість портфельів цінних паперів, побудованих за різними моделями на однакових даних

Як видно з середніх значень та з графіку відносної ризиковості на два порядки у порівнянні з іншими моделями. Тому на графіку показник для моделі Пістунова-Сітнікі (синя лінія) практично лежить на осі абсцис.

6.12. Індивідуальне завдання № 8

Завдання: одержати практичні навички й уміння оптимального формування портфельів цінних паперів

Порядок виконання:

Завдання 1. Формування оптимального портфеля цінних паперів за моделлю Марковіца:

1. Розрахувати за формулами параметри математичної моделі.
2. Скласти математичну модель оптимального портфеля за критерієм мінімального ризику.
3. Вирішити задачу і визначити частки капіталу на покупку цінних паперів кожного виду.
4. Скласти математичну модель оптимального портфеля за критерієм максимальної прибутковості і заданого ризику
5. Вирішити задачу.

Завдання 2. Формування оптимального портфеля цінних паперів за моделлю Шарпа:

1. Скласти математичну модель портфеля Шарпа і вирішити її.
2. Зробити висновки по роботі.

Завдання 3. Формування оптимального портфеля цінних паперів за “Ризиково-дохідній” моделлю Пістунова-Сітнікова:

1. Відповідно до варіанта завдання взяти дані по ефективності як ризикових так і безризикових паперів m_0 і припустимому ризику портфеля r_p із попередніх задач.

2. Скласти математичну модель Пістунова- Сітнікова і вирішити її.

3. Зробити висновки по роботі, порівнюючи отримані результати з результатами за моделями Марковіца і Шарпа. Визначити можливість застосування моделі Пістунова-Сітнікова у практичних розрахунках.

Методичні вказівки: Для вирішення завдання скористайтеся числовими значеннями та розрахунками з завдання №7-8. Задані значення доходності та ризику взяти з табл. 6.8. Використовуйте функцію «Поиск решения» електронних таблиць Excel для розрахунку параметрів оптимального портфелю.

Варіанти завдань

Таблиця 6.8

№ варіанта	m_0	r_p	m_p	№ варіанта	m_0	r_p	m_p
1	10	0,3	13,5	16	9	0,05	12,2
2	10	0,3	13,3	17	9	0,05	12,2
3	10	0,3	12,55	18	9	0,05	12,2
4	10	0,3	12,55	19	9	0,05	12,2
5	10	1	12,55	20	9	0,05	12,2
6	10	0,5	12,7	21	9	0,05	12,35
7	10	0,04	12,7	22	9	0,088	12,8
8	10	0,04	12,7	23	9	0,09	12,8
9	10	0,04	12,7	24	9	0,12	12,8
10	10	0,04	12,7	25	9	0,1	12
11	8	0,05	12,7	26	9	0,05	12
12	8	0,05	12,7	27	9	0,05	12,3
13	8	0,09	12,5	28	9	0,12	12,2
14	8	0,05	12,5	29	8	0,1	12
15	9	0,05	12,2	30	8	0,1	12

6.13. Модель оптимального розподілу фінансових активів інвестора з урахуванням його схильності до ризику

В практиці управління портфелем цінних паперів є як позитивні, так і негативні результати. Тому доцільно завжди проводити відповідні дослідження, які дозволять фінансовим менеджерам приймати найкращі

рішення в умовах ризику та невизначеності. До того ж, потрібно брати до уваги схильність інвестора до ризику. Введемо позначення:

Відомі величини:

n – кількість напрямків інвестування (видів цінних паперів, якими володіє чи може володіти інвестор); j – номер окремого напрямку інвестування ($j = 1, n$); a_j – кількість цінних паперів j -го виду, які в даний момент має інвестор; p_j – ціна реалізації інвестором одного свого j -го цінного паперу (за умови його продажу в цей момент часу); q_j – ціна покупки інвестором одного додаткового j -го цінного паперу в даний момент часу; r – процентна ставка за кредит (за умови, що інвестор додатково захоче залучити капітал); S – ставка банківського депозитного процента; I – вільний капітал інвесторів даний момент часу; r_{ij} – коефіцієнт кореляції між показниками доходів цінних паперів j -го i -го видів; σ_i (σ_j) – стандартні відхилення доходу одиниці j -го (i -го) цінного паперу.

Невідомі величини:

v – величина кредиту, який інвестору доцільно взяти для оптимального переформування свого портфеля; w – залишок вільного капіталу інвестора після переформування свого портфеля. Припускається, що цей залишок буде розміщений на депозитному рахунку з процентною ставкою S ; x_j – кількість цінних паперів j -го виду, які потрібно реалізувати в даний момент часу; y_j – кількість цінних паперів j -го виду, які доцільно купити в даний момент часу; z – загальний доход фінансового портфеля інвестора за запланований період.

Некеровані параметри:

d_j – доход, який інвестор планує отримувати в наступному періоді з акції j -го виду. В умовах ризику значення некерованих величин розглядаються як випадкові величини з відомими деякими статистичними характеристиками. В умовах невизначеності некеровані параметри вважаються невизначеними в межах певних діапазонів їх можливих значень.

Якщо інвестор нейтральний до ризику, тоді його оптимальний план переформування фінансового портфелю є результат розв'язку такої задачі лінійного програмування

$$\left. \begin{aligned} z = \sum d_j (a_j - x_j + y_j) - (1+r)v + (1+s)w \rightarrow \max, \\ \sum (-p_j x_j + q_j y_j) - v + w = I, \\ 0 \leq x_j \leq a_j, y_j \geq 0, j = 1, n, v, w \geq 0, \end{aligned} \right\} \quad (6.61)$$

де через z – загальний доход фінансового портфеля інвестора, який розраховується за правилом обрахування середнього значення суми випадкових величин.

Процес рішення задачі оптимального управління у випадку, коли відношення інвестора до ризику відрізняється від нейтрального. Передусім,

відмітимо, що найкращий варіант потрібно буде шукати серед ефективних планів задачі з двома критеріями. Новий критеріальний показник σ^2 – це дисперсія загального доходу фінансового портфелю, а його оптимізаційна направленість (до мінімуму чи до максимуму) відповідає типу відношення до ризику конкретного інвестора. Дисперсія σ^2 випадкової величини доходу z розраховується за формулою для дисперсії лінійно функції випадкових величин.

$$\left. \begin{aligned} z &= \sum d_j (a_j - x_j + y_j) - (1+r)v + (1+s)w \rightarrow \max, \\ \sigma^2 &= \sum \sum r_{ij} \sigma_i \sigma_j (a_j - x_j + y_j) (a_j - x_j + y_j) \rightarrow \min (\max), \\ &\sum (-p_j x_j + q_j y_j) - v + w = I, \\ &0 \leq x_j \leq a_j, y_j \geq 0, j = 1, n, v, w \geq 0, \end{aligned} \right\} (6.62)$$

Рішення задачі (6.62) визначається тією з її ефективних оцінок (z^*, σ^{2*}) , яка найбільше відповідає вимогам інвестора. Пошук можна реалізувати пройшовши послідовно такі шість етапів:

1. Визначаються діапазони зміни кожної з цільових функцій на множині ефективних планів відповідної задачі (6.62) – інтервали $[z_{\min}, z_{\max}]$ і $[\sigma^2_{\min}, \sigma^2_{\max}]$. Якщо хоча б один з них перетвориться в точку (при цьому інший інтервал також буде точкою), то це значить, що ефективні плани рівноцінні, і можна вибирати будь-який з них (точку). Якщо ні:

2. Будуємо узагальнену адитивну цільову функцію

$$u = \frac{z}{z_{\max} - z_{\min}} \sqrt{\frac{\sigma^2}{\sigma^2_{\max} - \sigma^2_{\min}}}. \quad (6.63)$$

Знак між доданками відповідає типу відношення інвестора до ризику: “+” – схильності, “-” – несхильності) і знаходимо такий фінансовий портфель, який відповідає максимуму цієї функції. Цей план – ефективний; його показники очікуваного доходу і дисперсії доходу повідомляються інвестору.

3. Якщо інвестор не погоджується з досягнутими результатами очікуваного доходу та дисперсії доходу, він має вказати такі рівні цих критеріальних показників, які він вважає задовільними.

4. Встановлюється реальність цих показників. За необхідності проводиться коректування – в сторону покращення, якщо вони реальні, або в сторону погіршення – щоб зробити їх реальними.

5. Визначається такий ефективний фінансовий портфель, критеріальні показники якого відповідають реальним задовільним рівням. Інформація про них повідомляється інвестору.

6. Якщо інвестор не погоджується з черговою рекомендацією, він має внести поправки, повернувшись до етапу 4.

6.14. Визначення ризику при видаванні кредиту клієнту, що не має кредитної історії

Приплив депозитних коштів змушує банки шукати нові форми залучення клієнтури, що бажає взяти кредит. При цьому постійно зростає кількість дрібних клієнтів.

Для обробки інформації, що обсяг якої постійно збільшується, банки вдаються до скорінгу – автоматизації розрахунків щодо ризику неповернення кредитів. Але розрахунки повинні бути простими і вимагати незначну кількість даних, адже клієнти, що не мають кредитної історії за визначенням не можуть надати необхідний об'єм інформації.

Найбільш популярними показниками, які збираються банками про своїх клієнтів, представлені в табл. 6.9.

В нижній частині табл. 6.9 подано умовні позначення, які будуть використані в подальшому викладенні матеріалу.

Аналіз таблиці показує, що для клієнта, який не має кредитної історії з наведених вище показників можна отримати тільки такі як: вік (X_3), дохід за місяць (X_5) та кількість утриманців у сім'ї (X_{10}). До них іще можна приєднати показник відношення щомісячних платежів позичальника (житло, аліменти та ін.) до його місячного заробітку (X_4), оскільки його можна вирахувати після визначення обсягу кредиту.

Всі інші показники стосуються клієнтів, які вже мають кредитну історію.

Висунемо гіпотезу, що всі клієнти, як ті що мають кредитну історію, так і ті, що її не мають, є однорідною групою позичальників.

Тоді, визначивши ймовірність неповернення кредиту для позичальників з відомою кредитною історією, можна розповсюдити ці висновки і для тієї групи, кредитна історія яких не відома.

Очевидно, що таке розповсюдження можна зробити тільки на підставі показників, які можна зібрати до видавання кредиту, а саме – X_2 , X_4 , X_5 та X_{10} .

Для вирішення такої задачі пропонується наступник порядок дій.

Етап 1. Аналіз показників, які можна визначити тільки для клієнтів, що мають кредитну історію, показує, що їх можна розбити на дві групи:

1. Кількісні, це – кількість прострочених платежів в межах 30-59 днів за останні 2 роки (X_3); кількість діючих кредитів (автомобілі, іпотека) та платежі з кредитних карток (X_6); кількість випадків, коли позичальник прострочив платіж більше, ніж на 90 днів (X_7); кількість іпотек та кредитів під нерухомість (X_8) та кількість випадків, коли позичальник прострочив платіж в межах 60-89 днів за останні 2 роки (X_9).

Таблиця 6.9

Перелік показників, за якими визначається надійність клієнта

Умовне позначення показника	Чисельне значення показника	Найменування показника
X_1	процент	Відношення заборгованості по кредитним картам і кредитним лініям (окрім іпотек і авто у кредит), до загальної суми кредитних лімітів.
X_2	цілий	Вік позичальника
X_3	цілий	Кількість прострочених платежів в межах 30-59 днів за останні 2 роки
X_4	процент	Відношення щомісячних платежів позичальника (житло, аліменти та ін.) до його місячного заробітку
X_5	речовинний	Місячний дохід позичальника
X_6	цілий	Кількість діючих кредитів (автомобілі, іпотека) та платежі з-кредитних карток.
X_7	цілий	Кількість випадків, коли позичальник прострочив платіж більше, ніж на 90 днів.
X_8	цілий	Кількість іпотек та кредитів під нерухомість.
X_9	цілий	Кількість випадків, коли позичальник прострочив платіж в межах 60-89 днів за останні 2 роки
X_{10}	цілий	Кількість утриманців в сім'ї (діти, батьки, чоловік, дружина, тощо)

2. Відносні, це – відношення заборгованості по кредитним картам і кредитним лініям (окрім іпотек і авто у кредит), до загальної суми кредитних лімітів (X_1).

Кожна з цих груп дозволяє розрахувати ймовірність неповернення кредиту за чисельними значеннями вказаних показників.

Для першої групи ймовірність неповернення кредиту може бути вирахована аналогічно розрахункам при страхуванні, де ймовірність настання страхового випадку визначається як

$$P(A) = \frac{K_v}{K_d}, \quad (6.64)$$

де K_v – кількість виплат за той чи інший період (звичайно за рік), K_d – кількість укладених договорів у даному році.

Для нашого випадку аналогом параметру K_d є сума всіх кількісних факторів $X_6 + X_8 + X_3 + X_7 + X_9$.

Аналогом параметру Kv є кількість прострочених платежів в межах 30-59 днів за останні 2 роки (X_3), кількість випадків, коли позичальник прострочив платіж більше, ніж на 90 днів (X_7) та кількість випадків, коли позичальник прострочив платіж в межах 60-89 днів за останні 2 роки (X_9). Причиною такого вибору є логічний висновок про те, що оскільки клієнт уже допустив прострочення чи неповернення якихось платежів, то він може їх і взагалі не повернути. Це принцип мінімізації ризику.

Тоді, ймовірність того, що клієнт не поверне кредит за кількісними показниками можна знайти з вираження

$$P_1 = \frac{X_3 + X_7 + X_9}{X_6 + X_8 + X_3 + X_7 + X_9}. \quad (6.65)$$

Друга група показників – кількісна, представлена одним параметром – відношенням заборгованості по кредитним картам і кредитним лініям (окрім іпотек і авто у кредит), до загальної суми кредитних лімітів (X_1).

Очевидно, що чим більшим є цей показник, тим вища ймовірність неповернення кредиту, отже

$$P_2 = X_1. \quad (6.66)$$

Тоді, ймовірність неповернення кредиту за обома показниками буде ймовірність виникнення будь якої із цих подій – кількісної чи відносної.

$$P = (P_1 \text{ або } P_2). \quad (6.67)$$

Ці події не залежать одна від одної, оскільки виникнення однієї із них не впливає на виникнення іншої. З теорії ймовірності відома формула для визначення ймовірності виникнення будь якої з незалежних подій

$$P(A_1 \text{ або } A_2, \dots, \text{ або } A_n) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p(A_i)), \quad (6.68)$$

де A_i – незалежна подія, $p(A_i)$ – ймовірність її виникнення, $1 \leq i \leq n$.

Підставивши формули (6.64) – (6.67) у (6.68), остаточно отримаємо, що ймовірність неповернення кредиту P_d для клієнта з відомою кредитною історією можна знайти з виразу

$$P_d = \left[1 - \left(1 - \frac{X_3 + X_7 + X_9}{X_6 + X_8 + X_3 + X_7 + X_9} \right) (1 - X_1) \right]. \quad (6.69)$$

Етап 2. Далі необхідно визначити найбільш значимі відносно знайденої ймовірності фактори X_1, X_2, X_5, X_{10} методом кореляційного аналізу і відкинути не значимі.

Етап 3. Побудувати залежність ймовірності від значимих факторів. Вид залежності може варіюватися від лінійної до степеневі, логарифмічної, тригонометричної, тощо.

$$P_d = f(X_1, X_2, X_5, X_{10}). \quad (6.70)$$

Етап 4. Перевірити прогнозуючі властивості отриманої залежності.

Етап 5. Логічним вважати прийнятним розраховану величину ймовірності неповернення кредиту для клієнта, що не має кредитної історії, на рівні статистики неповернення кредитів для конкретного банку.

$$P_n = \frac{K_n S_n}{KS}, \quad (6.71)$$

де P_n – ймовірність неповернення кредитів конкретного банку, розрахована за фактичними результатами діяльності банку, K – загальна кількість виданих кредитів, S – загальна сума виданих кредитів, K_n – загальні кількість неповернених вчасно кредитів, S_n – загальні сума неповернених вчасно кредитів.

У випадку, якщо розрахована за (6.71) ймовірність менше або дорівнює P_n , можна сподіватися, що такий клієнт швидше за все, з ймовірністю $P_n = 1 - P_n$, поверне кредит.

Якщо банк все таки прийме рішення видати кредит в умовах перевищення P_d над P_n , необхідно визначити міру ризикованості такого рішення. Для визначення такої міри скористаємося експертною таблицею ризикової надбавки при розрахунку інвестиційного проекту. В табл. 6.10 представлено модифікацію таблиці для рівня перевищення P_d над P_n , з визначенням міри ризику.

Міра перевищення визначається як

$$\Delta P = P_d - P_n. \quad (6.72)$$

Таблиця 6.10

Шкала перевищення P_n над P_d (ΔP)	
Рівень ризику	Перевищення ΔP
Наднизький ризик	0,03
Низький ризик	0,06

Рівень ризику	Перевищення ΔP
Ризик, що викликає занепокоєння	0,05
Тривожний ризик	0,08
Критичний ризик	0,10
Високий ризик	0,15
Надзвичайно високий ризик	0,20

Приклад.

Розрахунок імовірності неповернення кредиту для клієнтів з відомою кредитною історією проводився за чисельними даними з табл. 6.11, де представлено фрагмент розрахунків, з якого видно, що діапазон розрахованих ймовірностей коливається в широких межах. Всього була взята вибірка розміром у 4494 точки.

Таблиця 6.11

Фрагмент розрахунків ймовірності неповернення кредитів за формулою (6.69) особами, які мають кредитну історію

X_3	X_4	X_6	X_7	X_8	X_9	P_d
2	0,8	13	0	4	0	0,011579
4	0,01	2	3	0	2	0,19
3	0,01	2	0	0	2	0,292857
1	0,02	2	3	0	1	0,3
1	0,1	2	3	0	0	0,4
2	0,01	2	1	0	0	0,406
3	0,14	5	2	0	2	0,498333
2	0,1	4	2	0	1	0,5
3	0,11	7	2	0	0	0,629167
1	0,01	2	0	0	0	0,67
3	0,02	8	0	1	1	0,698462
0	0,11	2	1	0	0	0,703333
2	0,15	10	1	0	0	0,803846
1	0,12	6	0	0	0	0,874286
1	0,18	18	0	1	0	0,959

Для побудови аналітичної залежності виду (6.70) була розрахована (підпрограмою «Кореляція» електронних таблиць Excel) кореляційна матриця, представлена в табл. 6.12.

Таблиця 6.12

Кореляційна матриця

	P_d	X_2	X_5	X_{10}	X_1
P_d	1				
X_2	0,262	1			
X_5	0,287	0,218	1		
X_{10}	-0,063	-0,112	0,121	1	
X_1	0,104	0,0409	0,06	-0,017	1

З неї видно, що найменший вплив на розраховану ймовірність неповернення кредиту має кількість утриманців (X_{10}) – -0,063. Найбільший вплив – дохід за місяць (X_5) – 0,287.

Загалом, відносно невеликий коефіцієнт кореляції для всіх показників говорить про те, що отриманий результат не варто апроксимувати лінійною залежністю. Потрібно підбирати нелінійний поліном, який би забезпечив високу якість апроксимації.

З цією метою до таблиці початкових значень параметрів було додано нелінійні ефекти виду X_i^2 та $X_i X_j$.

Окремо було створено ефект $X_5/(X_{10} + 1)$, який дозволяє визначити середній дохід на одного члена родини.

Повторний розрахунок кореляційної матриці разом із нелінійними ефектами параметрів представлений у табл. 6.13.

Таблиця 6.13

Фрагмент кореляційної матриці для лінійних та нелінійних ефектів

	P_d	X_2	X_5	X_{10}	X_1	$\frac{X_5}{(X_{10} + 1)}$	X_1^2	X_5^2	X_{10}^2	X_1^2
P_d	1									
X_2	0,26	1								
X_5	0,29	0,219	1							
X_{10}	-0,06	-0,11	0,121	1						
X_1	0,10	0,041	0,062	-0,02	1					
$\frac{X_5}{(X_{10} + 1)}$	0,26	0,247	0,758	-0,49	0,061	1				
X_1^2	0,26	0,988	0,183	-0,15	0,04	0,2343	1			
X_5^2	0,22	0,161	0,947	0,087	0,054	0,7192	0,134	1		
X_{10}^2	-0,06	-0,1	0,101	0,938	-0,02	-0,327	-0,13	0,072	1	
X_1^2	0,08	0,033	0,056	-0,02	0,981	0,0565	0,032	0,05	-0,01	1
$X_2 X_5$	0,32	0,48	0,935	0,057	0,065	0,7449	0,449	0,88	0,04	0,06
$X_2 X_{10}$	-0,02	0,018	0,172	0,965	-0,01	-0,365	-0,03	0,13	0,89	-0,01
$X_2 X_1$	0,14	0,223	0,098	-0,04	0,941	0,1015	0,221	0,082	-0,03	0,923
$X_5 X_{10}$	0,09	0,001	0,512	0,751	0,009	-0,129	-0,04	0,482	0,71	0,008
$X_5 X_1$	0,18	0,103	0,421	0,025	0,747	0,3369	0,091	0,407	0,02	0,735
$X_{10} X_1$	0,04	-0,03	0,086	0,438	0,529	-0,162	-0,05	0,07	0,41	0,518

Таблиця представлена фрагментарно тому, що головним чином нас цікавив кореляційний зв'язок P_d з іншими факторами, як лінійними так і нелінійними, тобто, перша колонка матриці.

Аналіз кореляційної матриці показав, що не всі ефекти мають значний вплив на розраховану величину ймовірності неповернення кредиту. Тому було прийнято рішення включити до моделі тільки ті ефекти, значення коефіцієнта кореляції з імовірністю неповернення кредиту більше 0,2. Ними виявилися:

$$X_2, X_5, \frac{X_5}{X_{10}+1}, X_2^2, X_5^2 \text{ та } X_2X_5.$$

Тому була сформована нова таблиця даних, яка включала тільки вибрані ефекти. Ця таблиця була використана для розрахунку коефіцієнтів регресійної моделі підпрограмою «Регресія» електронних таблиць Excel.

Ця підпрограма знаходить коефіцієнти при предикторах за допомогою методу найменших квадратів, коли мінімізується сума квадратів відхилень реальних значень критеріальних змінних від їх оцінок (мається на увазі значення критеріальної змінної, розрахованої за допомогою створеного рівняння).

В результаті проведеного розрахунку була отримана залежність виду

$$P_d = 0.33985 - 1,4 \cdot 10^{-7} X_2 - 2,6 \cdot 10^{-7} X_5 + \frac{1,2 \cdot 10^{-7} X_5}{X_{10}+1} + 0,71498 X_5^2 - 5,9 \cdot 10^{-9} X_2 X_5.$$

Точність апроксимації регресійної залежності описується параметром R^2 і дорівнює $R^2 = 0.98335$, що говорить про високу якість отриманої моделі для залежності ймовірності неповернення кредиту від віку позичальника, доходів за місяць, кількості утриманців та відношення заборгованості по кредитним картам і кредитним лініям (окрім іпотек і авто у кредит), до загальної суми кредитних лімітів.

Розрахунок прогнозуючих властивостей отриманої залежності провадився за визначенням середньої похибки за формулою

$$\Delta_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |P_{di} - P_{dni}| / P_{di},$$

де N – розмір вибірки, на якій провадилася перевірка прогнозуючих якостей формули, P_{di} – поточне значення розрахованої ймовірності неповернення кредиту.

Для 123 точок середня похибка не перевищила, 8,45%.

Розрахунок якості прогнозування за критерієм Пірсона дозволяє стверджувати, що для 73% довірчої ймовірності, модель адекватна.

6.15. Індивідуальне завдання №9

Завдання: Вивчити методи розрахунків ймовірності неповернення кредиту особою, що не має кредитної історії та особою, що її має.

Порядок виконання:

1. Згенерувати датчиком випадкових чисел, розподілених рівномірно наступні дані в такому діапазоні у кількості 50 рядків.

X_3		X_4		X_6		X_7		X_8		X_9	
1	4	0,2	0,95	2	18	0	4	0	4	0	3

2. Знайти ймовірність ризику неповернення кредиту особами, що мають кредитну історію.
3. Згенерувати датчиком випадкових чисел, розподілених рівномірно наступні дані в такому діапазоні у кількості 50 рядків.

X_1		X_2		X_5		X_{10}	
0,2	2,5	18	65	3500	9800	0	5

4. Далі необхідно визначити найбільш значимі відносно знайденої ймовірності фактори X_1, X_2, X_5, X_{10} методом кореляційного аналізу і відкинути не значимі.
5. Побудувати залежність виду (6.70) ймовірності від значимих факторів. Вид залежності може варіюватися від лінійної до степеневі, логарифмічної, тригонометричної, тощо.
6. Перевірити прогнозуючі властивості отриманої залежності.
7. Знайти середню ймовірність неповернення кредиту по банку за даними з табл. 6.14, вибравши їх згідно своєму номеру у списку групи.

Таблиця 6.14

№ п/п	K	K_n	S	S_n
1	1701	620	39276	5353
2	6267	435	49019	4490
3	1928	341	42509	2897
4	4520	286	40371	5458
5	4778	433	38085	7442
6	2295	416	64909	5731
7	1506	513	69883	3012
8	4284	252	26940	2357
9	6328	239	29697	5956
10	6067	505	69842	2719
11	3758	762	57292	6149
12	6091	326	65758	5908

№ п/п	K	K_n	S	S_n
13	3415	699	26717	3042
14	5832	539	54258	6695
15	6101	665	51761	5112
16	2065	668	36671	5755
17	1280	498	65183	5213
18	3882	238	25367	2637
19	6565	592	57418	5882
20	2436	288	42557	7718
21	5239	266	36475	7138
22	3167	675	40218	7753
23	1970	271	74037	3020
24	2641	373	29570	4956
25	3581	671	71375	3796
26	4509	680	70648	4348
27	2316	270	76631	7469
28	5941	593	77363	3098
29	3519	564	29602	4733
30	2634	291	29916	7315

8. Розрахувати міру перевищення ΔP та згідно табл. 6.10 визначити міру ризику для кожного клієнта, що не має кредитної історії.

Методичні вказівки: використовуйте електронні таблиці Microsoft Excel. За отриманими результатами зробити висновок щодо дієвості запропонованої методики.

Контрольні запитання

1. Чи має сенс диверсифікація з безризиковими операціями?
2. Які організаційні методи зменшення ризику ви знаєте?
3. Що таке форвардна та ф'ючерсна торгівля?
4. Поясніть зміст опціону, як фінансового інструменту для зменшення ризику.
5. С Чи має сенс диверсифікація з безризиковими операціями?
6. Чим хеджування відрізняється від диверсифікації?
7. На яку суму варто страхувати свій бізнес?
8. Як знайти тарифне нетто ставку за статистикою страхових випадків?
9. Яка різниця між без ризиковими та ризиковими цінними паперами?
- 10.2. Що таке прибутковість до погашення облігацій?
11. Що є мірою ризику акцій?

12. Як визначити міру ризику портфеля цінних паперів?
13. Поясніть геометричний зміст параметра „бета”?
14. Який з параметрів є більш промовистим: „альфа” чи „бета”?
15. Чи існує можливість побудови оптимального портфеля цінних паперів одразу за двома критеріями: мінімуму ризику та максимуму прибутковості?
16. Як можна врахувати схильність до ризику інвестора при побудові оптимального портфеля цінних паперів?
17. Який із запропонованих методів створення портфеля цінних паперів має найменшу відносну ризиковість?
18. Чи можна отримати залежність ризику неповернення кредиту за стандартними даними про клієнта?
19. Як пов’язані дані про клієнта, що не має кредитної історії з клієнтом, що її має?
20. Як знайти середню по банку ймовірність неповернення кредиту?

В розділі подано значний перелік методів ухиляння, зменшення та врахування ризиковості фінансово-економічних операцій.

ВИСНОВКИ

Ризик фінансово-економічних операцій є однією з проблемних параметрів економічної діяльності.

Його визначення спирається, у першу чергу, на висновки експертів, а отже, апріорі є не точним показником, а приблизним.

Але, попри таке становище, широкого розвитку набули методи визначення як окремих операцій так і їх сукупності.

Більше того, сукупність операцій, підібраних певним чином, може зменшити загальний ризик.

Розроблена значна кількість організаційних прийомів уникнення чи запобігання ризику, але найбільший розвиток набули методи чисельного визначення міри ризику та його зменшення.

В посібнику подано широкий спектр методів як визначення так і зменшення ризику.

Окремо виділені методи для господарської діяльності та фінансових операцій.

Кожен розділ супроводжується прикладами, які дозволяють глибше зрозуміти матеріал.

Виконання індивідуальних завдань закріплює отримані знання.

Треба визначити, що всі описані методи мають практичне значення і можуть бути використані на практиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Crouhy M. Risk Management Finance / M. Crouhy, D. Galai, R. Mark , McGraw-Hill : New York, 2004. – 717 p.
2. Davis J. The Relationship Between Precision-Recall and ROC Curves / J.Davis, M.Goadrich // Proc. Of 23 International Conference on **Machine Learning**, Pittsburgh, PA, 2006
3. Elaine Henry, Michael A. Broihahn. International Financial Statement Analysis. – John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006. – 828 p.
4. Frank J. Fabozzi. Fixed Income Analysis. – John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007. – 733 p.
5. Hendrik Hakenes. Banks as delegated risk managers// Journal of Banking & Finance. – №28, 2004. – P. 2399–2426
6. http://newsradio.com.ua/2013_12_31/ U-2013-roc-depoziti-naselennja-v-Ukra-n-zrosli-na- 19-NBU/
7. <http://www.zorallabs.com/>
8. Jorion Philippe. Financial Risk Manager. – John Wiley & Sons: USA, 2003. – 708 p.
9. Jorion Philippe. Value at risk: the new benchmark of managing financial risk. – Mc-Grow-Hill: USA, 2000. – 531 p.
10. Jurgen H.M. VAN GRINSVEN. Risk Management in Financial Institutions . – IOS Press BV Nieuwe Hemweg: Amsterdam, The Netherlands, 2010 – 145 p.
11. Loffer G. Credit.Risk.Modeling.using.Excel.and.VBA / G.Loffer, P.N Posch., John Wiley&Sons : Chichester (England), 2007. – 278 p.
12. Michel Crouhy, Dan Galai, Robert Mark. The Essentials Of Risk Management. – McGraw-Hill: New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, San Juan, Seoul, Singapore, Sydney, Toronto, 2006. – 414 p.
13. Thomas R. Robinson, Hennie van Greuning, William C. Hunter a, Stephen D. Smith. Risk management in the global economy: A review essay // Journal of Banking & Finance. – № 26, 2002. – P. 205-221.
14. Tucman B. Fixed Income Securities. Tools for Today's Markets, 2nd Edition / B.Tucman, John Wiley&Sons : Hoboken (New Jersey), 2002. – 512 p.
15. Балджи М.Д., Карпов В.А., Ковальов А.І., Костусев О.О., Котова І.М., Сментина Н.В. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків: Навчальний посібник. – Одеса: ОНЕУ, 2013. – 670 с.
16. Бекларян Л.А., Сотский С.В. Оптимизация уровня инвестируемого капитала в задаче согласования инвестиционного контракта. //Экономика и математические методы. – №4. – Т.36. – 2000. – С.67-82.
17. Бочаров В.В. Финансовый инжиниринг в системе управления предприятием. <http://www.iworld.ru/>

18. Виленский В.П. Об одном подходе к учету влияния неопределенности и риска на эффективность инвестиционных проектов./Экономика и математические методы. – №4. – Т.38. – 2002. – С.24-31.
19. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2003. – 408 с.
20. Вітлінський В. В., Верченко П. І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 2000. – 292 с.
21. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. (2008) Експертні технології прийняття рішень. Маклаут, Київ, 444 с.
22. Голиц Л. Финансовая инженерия: инструменты и способы управления финансовыми рисками. – Москва: ТВП, 2008.
23. Горбань Є.М., Латешев Є.Є., Пугач М.М. (2004) Моніторинг як складова частина технологій управління перебудовою медико-санітарної допомоги на засадах сімейної медицини. Охорона здоров'я України, 2(13): 38–46.
24. Грідчина М. В. Корпоративні фінанси (зарубіжний досвід і вітчизняна практика): Навч. посіб. – 2-ге вид., стереотип. – К.: МАУП, 2002. – 232 с.
25. Грюнинг Х. ван, Брайович Братанович С. Анализ банковских рисков. Системы оценки корпоративного управления и управления финансовым риском / Пер. с англ. – М.: Весь Мир, 2007. – 304 с.
26. Губарев в.м. Теория статистики. – М.: АУДИТ. – 1998. – 350 С
27. Дубовик В.П., Юрик І.І. Вища математика: Навч. посібник. – Київ: А.С.К., 2001. – 648с.
28. Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталеv Е.Ю. Моделирование рисковvх ситуаций в экономике и бизнесе. – М.: ФИНАНСЫ И СТАТИСТИКА, 1999. – 168 С.
29. Енциклопедія кібернетики. Головна редакція українських радянських енциклопедій. Т.1,2. – Київ, 1973. – 680 с.
30. Євтух О.Т. Євтух. О.О. Фінансовий менеджмент. Навч. посібник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2011 – 456 с.
31. Євтушенко О.А. Ризик-менеджмент. Конспект лекцій. / О.А. Євтушенко – Дніпропетровськ: ДУЕП, 2005. – 86 с.
32. Слейко Я.І., Музичук А.А. Моделювання фінансових стратегій у випадковому середовищі. // Фінанси України. – №2. – 2002. – С.49-53
33. Игошкин Н.В. Инвестиции. Организация управления и финансирование: Учебник для вузов. – М.:Финансы, ЮНИТИ. – 1999. – 413 с.
34. Ильин В. А., Позняк Э. Г. Аналитическая геометрия. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 240 с.
35. Івченко І.Ю. Економічні ризики. Навчальний посібник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2004 – 304 с.
36. Каплин А., портфельные риски в теории Марковица. [Http://www.gaap.ru/biblio/corpfm/statistics/005.htm](http://www.gaap.ru/biblio/corpfm/statistics/005.htm)

37. Капустина Н.В. Управление рисками в организации, его место, роль и содержание/ Н.В.Капустина// Экономические науки. – № 11(96), 2012. – С. 48-55.
38. Крамаренко Г.О., Чорна О.Є. Фінансовий аналіз. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. –392 с.
39. Лукасевич И.Я. Инвестиции: Учебник. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2011.
40. Маршалл Джон Ф., Бансал Випуч К. Финансовая инженерия: полное руководство по финансовым нововведениям: Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 2008.
41. Методи експертних оцінок – (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: http://pidruchniki.com/19650323/ekonomika/metodi_ekspertnih_otstinok. – Загол. з екрана.
42. Методика проведення та оцінки результатів експертних оцінок – (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://www.umj.com.ua/article/9571/metodika-provedennya-ta-ocinki-rezultativ-ekspertnix-ocinok-na-prikladi-vprovadzheniya-sistemi-monitoringu-zdorov-ya-naselennya-na-rivni-pervinnoi-mediko-sanitarnoi-doromogi>. – Загол. з екрана.
43. Мицель А.А., Каштанова О.В. Об одном алгоритме формирования оптимального портфеля инвестиционных проектов. //Экономика и математические методы. – №4. – Т.37. – 2001. – С.103-108.
44. Мойсеенко І.П., Марченко О.М. Управління фінансово-економічною безпекою підприємства: навч. посібник. – Львів, 2011. – 380 с.
45. Олексюк О.С. Моделирование принятия рискованных финансовых решений. – К.: Вища школа. – 1998. – 312 с.
46. Останкова Л. А., Шевченко Н. Ю. Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 256 с.
47. Паклин Н. Логистическая регрессия и ROC-анализ – математический аппарат / Н. Паклин –<http://www.basegroup.ru/library/analysis/regression/logistic/>
48. Пістунов І. М. Удосконалення математичних методів прогнозування аварій на вугільних шахтах /І. М. Пістунов, О.Ю.Чуріканова// Економічний часопис ХХІ. – № 5-6(1), 2013. – С. 96-99
49. Пістунов І.М. Актуарні розрахунки: Навчальний посібник / І.М. Пістунов – Дніпропетровськ, РВК НГУ, 2004. – 164 с.
50. Пістунов І.М. Актуарні розрахунки: Навчальний посібник/ І.М. Пістунов; Нац. гірн. ун–т. – Дніпропетровськ, РВК НГУ, 2004. - 164 с.
51. Пістунов І.М. Безпека електронної комерції [Електронний ресурс]: навч. посібн. / І.М. Пістунов, Є.В. Кочура ; Нац. гірн. ун–т. – Електрон. текст. дані. – Д. : НГУ, 2014. – 125 с. Гриф МОН України (№1/11-6641 від 06.05.14) .
52. Пістунов І.М. Визначення ймовірності неповернення кредиту особами, що не мають кредитної історії / І.М. Пістунов, М.І. Пістунов // Економічний вісник НГУ. – №2, 2014. – С. 101 - 108.

53. Пістунов І.М. Визначення рівня безпеки електронної комерції/ І.М. Пістунов//Науковий вісник НГУ/ – Дніпропетровськ: ДВНЗ "НГУ", 2015. – т.1. – С. 114 - 120.
54. Пістунов І.М. Економічна кібернетика [Електронний ресурс]: навч. посіб. / І.М. Пістунов ; Нац. гірн. ун-т. – Електрон. текст. дані. – Видання друге, виправлене й доповнене. – Д. : НГУ, 2014. – 215 с.
55. Пістунов І.М. Кластерний аналіз в економіці: [Електронний ресурс]: навч. посібник/ І.М. Пістунов., О.П. Антонюк, І.Ю.Турчанінова ; Нац. гірн. ун-т. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008.– 84 с.
56. Пістунов І.М. Корпоративна функція корисності// Економіка: проблеми теорії та практики. – Вип.. 186, том. III. – Д.: ДНУ: 2003. – С.751-756.
57. Пістунов І.М. Обґрунтування критерію вибору інвестиційного проекту в умовах ризикованої економічної ситуації// Держава та регіони. – №3. – ЗІДМУ: 2003. – С.31-34.
58. Пістунов І.М. Розрахунок коефіцієнта коректування нетто-ставок в безризиковому страхуванні// Науковий вісник НГУ. – №4, 2010. – С. 145-147.
59. Пістунов І.М. Теорія ймовірності та математична статистика для економістів. З елементами електронних таблиць: Навчальний посібник / І.М.Пістунов, Н.В.Лобова – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2005. – 110с.
60. Пістунов І.М. Управління ризиками. – Дніпропетровськ, РВК НГАУ, 2001. – 76 с.
61. Пістунов І.М., Пістунов М.І. Моделювання періодичних процесів в економіці //Економіка: проблеми теорії та практики. Збірник наукових праць. – Випуск 135. – Дніпропетровськ: ДНУ. – 2002. – С.204-207.
62. Пістунов І.М., Ситников В.В. Дослідження межі існування оптимальних рішень для портфеля Марковіца// Економічний вісник НГУ. – №4. – 2003. С.114-119.
63. Пістунов І.М., Чухлєбова М.В. Аналіз відповідності моделей банкрутства економічним умовам Дніпропетровського регіону// Економіка: проблеми теорії та практики. – Вип.. 200, том. II.– Д.: ДНУ: 2005. – С.313-319.
64. Подшиваленко Г.П. Инвестиционная деятельность: Учебник. – М.:КНРУС, 2005.
65. Попович П. Я. Економічний аналіз діяльності суб'єктів господарювання. Підручник. Тернопіль: Економічна думка, 2001. – 365 с.
66. Старостіна А. О., Кравченко В. А. Ризик-менеджмент: теорія та практика: Навч. посіб. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2004. – 200 с.
67. Управление инвестициями: учебное пособие / Н.Н. Воротилова, М.А. Каткова, Ю.Н. Мальцева, Г.С.Шерстнева, – М.: Изд-во «Дашков и Ко», 2008.
68. Фабоцци Ф. Управление инвестициями: пер. с англ. – М.: ИНФРА-М. – 2000. – 932 С.

69. Фрост Стивен Настольна книга банківського аналітики: Гроші, ризик і професійні прийоми / За ред. М.В. Рудя. – Дніпропетровськ: Баланс Бізнес Букс, 2006. – 672 с.
70. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. – М.: Статистика, 1973. – 958 с,
71. Ценные бумаги, инвестиции / Е.Г.Жулина, - М.: Экзамен, 2007.
72. Чекменев Д.И., Засканов В.Г. Математическая формализация задач управления рисками в деятельности инвестиционных компаний Экономические науки. – № 10(83), 2011. – С. 226-233.
73. Шарп У., Александер Г., Бейли Дж. Инвестиции. – М.: Инфра – М, 2007.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЗНИК

- Акції та їх міри ризику 145
Антагоністична гра 60
Вибір кроку розрахунку 129
Визначення і класифікація фінансово-економічних ризиків 6
Визначення міри ризикованості при розрахунку ліміту товарного кредиту 89
Визначення ризику при видаванні кредиту клієнту, що не має кредитної історії 164
Вимірювання відношення до ризику 78
Врахування ризику в інвестиційних проектах 125
Деякі загальні вимірники ризику 51
Диверсифікація 105
Загальні принципи аналізу ризику 19
Зменшення ризику при контролі партії готових виробів 119
Ігри з підвищеним ризиком 64
Коефіцієнти дисконтування для ризикованого проекту 126
Кооперативна гра 62
Корпоративна функція корисності 84
Кредитний ризик і способи його зменшення 103
Методи експертних оцінок 27
Методи кількісного визначення ризику 49
Методи компенсації ризику 101
Методи локалізації ризику 100
Методи розрахунку тарифної ставки в страхуванні 115
Методи управління ризиками 13
Методи ухилення від ризику 99
Міри оцінки ефективності інвестицій у цінні папери 143
Модель оптимального розподілу фінансових активів інвестора з урахуванням його схильності до ризику 161
Обробка результатів експертизи 31
Оптимальний запас продукції торгової фірми 122
Оптимізація ризиків у фінансових операціях 142
Організаційні заходи щодо зменшення чи ухилення від ризику 99
Організація опитування експертів 27
Основні положення теорії ігор 59
Оцінка можливості банкрутства 138
Оцінка перспективності проекту 131
Показники ризику у вигляді відносин 52
Портфелі акцій 153
Ризик окремої операції 50
Ризики неліквідності, неплатоспроможності та способи їх зменшення 104
Система факторів, що впливають на рівень ризику 17
Статистичні методи 41
Статистичні характеристики акцій 142
Страхування 111
Страхування від ризику 79
Теоретичні основи розрахунку розміру суми відшкодування в страхуванні 113
Форвардна та ф'ючерсна торгівля 104
Функція корисності 75
Хеджування 109
Чиста приведена вартість проекту 125

Навчальне видання

Пістунов Ігор Миколайович
Пістунов Микола Ігоревич

ВИЗНАЧЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИМИ РИЗИКАМИ

Навчальний посібник

У редакції автора

Підписано до видання 10.08.2015.
Електронний ресурс. Авт. арк. 17,04.

Підготовлено й видано
в Державному вищому навчальному закладі
«Національний гірничий університет».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842, від 11.06.2004 р.
49600, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.