

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

Л.Л. Маханець
К.С. Фень
Л.В. Скращук

Ризик в економіці та маркетингу

Практикум



Чернівці
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича
2025

УДК 330.131.7:658.8(076.5)

М 360

*Друкується за ухвалою вченої ради економічного факультету
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
(протоколу № 3 від 15 жовтня 2025 р.)*

Маханець Л.Л., Фень К.С., Скращук Л.В.

**М36 Ризик в економіці та маркетингу : практикум. Чернівці : Чернівець.
нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2025. 92 с.**

У виданні висвітлено теоретичні та практичні аспекти управління ризиками в економіці та маркетингу. Розглянуто сутність ризику як економічної категорії, специфічні ризики маркетингової діяльності, методи якісного та кількісного аналізу ризиків, систему кількісних оцінок, теорію корисності, управління портфелем цінних паперів, інноваційне моделювання ризику та теорію ігор.

Вміщено практичні завдання із детальними розв'язками, кейси та завдання різного рівня складності для самостійної роботи.

Практикум розроблено з урахуванням специфіки підготовки фахівців освітніх програм «Економічна кібернетика» та «Маркетинг».

Для студентів економічних спеціальностей, викладачів та практиків у сфері економіки, маркетингу та ризик-менеджменту.

УДК 330.131.7:658.8(076.5)

© Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, 2025

© Л.Л. Маханець, 2025

© К.С. Фень, 2025

© Л.В. Скращук, 2025

Зміст

Вступ	4
Тема 1. Сутність ризику як економічної категорії.....	5
Тема 2. Специфічні ризики маркетингової діяльності	8
Тема 3. Основи якісного аналізу ризику.....	14
Тема 4. Основні підходи до кількісного аналізу ризику	18
Тема 5. Система кількісних оцінок ризику.....	29
Тема 6. Теорія корисності та прийняття ризику в умовах невизначеності.....	48
Тема 7. Теорія портфеля цінних паперів і диверсифікація як спосіб зниження ризику портфеля цінних паперів	56
Список рекомендованої літератури.....	86
Критерії оцінювання завдань з дисципліни.....	87

Вступ

У сучасних умовах цифрової трансформації економіки та підвищення волатильності ринкових процесів управління ризиками стає критично важливою компетенцією для фахівців у сфері маркетингу та економічної кібернетики. Дисципліни, що вивчають ризик, набувають особливої актуальності через зростання складності бізнес-середовища, розвиток цифрових технологій і необхідність прийняття науково обґрунтованих рішень в умовах невизначеності.

Сучасна теорія ризиків, поєднуючи фундаментальні принципи економічної науки, математичного моделювання, маркетингових досліджень та кібернетичного підходу до аналізу систем, формує комплексну методологію управління ризиками. Для фахівців з маркетингу дуже важливі питання управління ризиками маркетингових кампаній, брендингу, цінової політики та поведінки споживачів. Спеціалісти з економічної кібернетики потребують глибокого розуміння системних ризиків, математичних методів їх моделювання та алгоритмів прийняття рішень в умовах стохастичності.

Вивчення основ ризикології та методів управління ризиками в економіці та маркетингу сприятиме формуванню у студентів освітніх програм «Економічна кібернетика» та «Маркетинг» системного розуміння природи ризиків, розвитку аналітичного мислення, оволодінню сучасними інструментами кількісної оцінки та мінімізації ризиків, а також практичними навичками розробки ефективних стратегій ризик-менеджменту.

Подані методичні вказівки розроблено з урахуванням специфіки підготовки фахівців різних освітніх програм та структуровано відповідно до навчальних програм дисциплін. Вони містять диференційовані матеріали для організації ефективного навчального процесу, зокрема теоретичні основи з акцентом на маркетингові та економічні аспекти, практичні приклади галузевого спрямування, контрольні питання та завдання для самостійної роботи різного рівня складності.

ТЕМА 1. СУТНІСТЬ РИЗИКУ ЯК ЕКОНОМІЧНОЇ КАТЕГОРІЇ

1.1. Методичні вказівки до вивчення теми

Під час опрацювання цієї теми варто врахувати, що в умовах ринкової економіки ризик є невід'ємною складовою підприємницької діяльності. Будь-яка ризикова ситуація пов'язана зі статистичними процесами та характеризується трьома взаємопов'язаними умовами: існуванням невизначеності; потребою вибору між альтернативами; можливістю оцінити ймовірність реалізації кожної з них.

До основних категорій, необхідних для розуміння лекційного матеріалу та виконання практичних завдань, належать:

Ризик – це економічна категорія, що відображає специфіку сприйняття учасниками економічних відносин об'єктивно наявних невизначеності та суперечностей, притаманних процесам цілепокладання, управління, ухвалення рішень і оцінювання, які супроводжуються можливими загрозами або нереалізованими можливостями.

Об'єкт ризику – це економічна система, ефективність функціонування та умови діяльності якої наперед неможливо точно передбачити.

Суб'єкт ризику – це особа, група чи організація, що може зазнати впливу або наслідків ризику внаслідок своєї діяльності, прийнятих рішень чи зовнішніх чинників, зацікавлена у результатах управління об'єктом ризику та володіє повноваженнями ухвалювати рішення щодо нього.

Джерело ризику – це сукупність чинників, явищ або процесів, що зумовлюють виникнення невизначеності результатів діяльності та породжують можливість конфліктних ситуацій.

Пам'ятайте, що розрізняють дві **функції ризику** – стимулюючу і захисну.

Стимулююча функція ризику полягає в тому, що ризик є невід'ємною частиною інвестиційного процесу, яка мотивує інвесторів до пошуку вищих доходів.

Захисна функція ризику, своєю чергою, підкреслює необхідність управління ризиками для збереження капіталу та забезпечення стабільності портфеля.

1.2. Завдання для самостійної роботи

Написати й оформити есе на одну з нижченаведених тем:

1. Аналіз чутливості в оцінюванні ефективності інвестицій.
2. Валютні ризики.
3. Види невизначеності.
4. Виробничий ризик.
5. Відносні оцінки ризику в аналізі інвестиційного проекту.
6. Відсотковий ризик.
7. Внутрішні чинники ризику.
8. Еволюція класифікації ризику.
9. Економетрична модель оцінювання політичного ризику Колліна й О'Лірі.
10. Експертні методи аналізу ризику.
11. Етапи розвитку ризикології як науки.
12. Застосування методу аналогій для кількісної оцінки ризику.
13. Зовнішні чинники ризику.
14. Інвестиційний клімат держави як показник ризику.
15. Інвестиційний ризик.
16. Інвестування венчурного бізнесу.
17. Інноваційний ризик.
18. IT–ризик.
19. Кількісна оцінка політичного ризику.
20. Комерційний ризик.
21. Конфліктність в економіці.
22. Країнний ризик.
23. Кредитний ризик.
24. Лізінговий ризик.
25. Маркетинговий ризик.
26. Метод Control Risks.
27. Метод ESP.
28. Метод Дельфі для оцінювання політичного ризику.
29. Моделі оцінювання інвестиційного ризику.

30. Модель Political System Stability Index.
31. Неокласичний підхід до вимірювання ризику.
32. Новітні підходи до оцінювання ризику.
33. Об'єктивність та суб'єктивність ризику.
34. Обмежена конвертованість валюти як чинник валютного ризику.
35. Оцінювання ризику за допомогою імітаційного моделювання.
36. Переваги та недоліки класичних показників ризику.
37. Підприємницький ризик.
38. Політична криза та економічна безпека країни.
39. Політичний ризик та інвестування.
40. Ранжування як метод оцінки ризику.
41. Рейтингове оцінювання в аналізі ризику.
42. Ризик економічної безпеки держави.
43. Ризик і валютні позиції банку.
44. Ризик сфери діяльності та інвестування.
45. Ризики керування (управління).
46. Ринок опціонів: проблеми і перспективи.
47. Система «Policon».
48. Специфіка поведінки суб'єктів економічної діяльності у ризиковій ситуації.
49. Специфіка ризиків зовнішньоекономічної діяльності.
50. Страховий ризик.
51. Структурно-систематичний інвестиційний ризик в Україні.
52. Схильність до ризику та функція корисності.
53. Теоретико-ігровий підхід до оцінювання ризику.
54. Технічний ризик.
55. Транспортні ризики в Україні.
56. Урахування валютного ризику в діяльності комерційного банку.
57. Фінансові ризики.
58. Форвардні операції в Україні.
59. Чинники політичного ризику в Україні.
60. Якісний аналіз ризиків.

Написання та захист есе на належному рівні оцінюється в **5 балів**.

ТЕМА 2. СПЕЦИФІЧНІ РИЗИКИ МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

2.1. Методичні вказівки до вивчення теми

Специфічні ризики маркетингової діяльності – це потенційні загрози, пов'язані з плануванням, реалізацією та оцінкою маркетингових стратегій. Вони містять:

1. Ринкові ризики:
 - ✓ Зміни споживчих уподобань або поведінки.
 - ✓ Непередбачувані дії конкурентів (демпінг, агресивна реклама).
 - ✓ Коливання попиту через економічні, соціальні чи політичні фактори.
 2. Репутаційні ризики:
 - ✓ Негативна реакція на рекламні кампанії (етичні чи культурні помилки).
 - ✓ Критика в соціальних мережах або ЗМІ через невдалі маркетингові рішення.
 3. Фінансові ризики:
 - ✓ Перевищення бюджету маркетингових кампаній.
 - ✓ Низька віддача від інвестицій у рекламу (ROI).
 4. Технологічні ризики:
 - ✓ Збої в цифрових платформах (сайти, CRM-системи).
 - ✓ Витік даних клієнтів через кібератаки.
 5. Операційні ризики:
 - ✓ Помилки в управлінні маркетинговими проектами (невідповідність дедлайнів, брак ресурсів).
 - ✓ Некомпетентність або недостатня координація команди.
 6. Регуляторні ризики:
 - ✓ Порушення законодавства про рекламу чи захист прав споживачів.
 - ✓ Обмеження на певні види маркетингу (наприклад, реклама тютюну чи алкоголю).
- Ці ризики потребують аналізу, моніторингу та розробки стратегій їх мінімізації, таких як дослідження ринку, тестування кампаній і дотримання нормативних вимог.

Маркетингова діяльність, як ключовий елемент стратегічного управління підприємством, пов'язана з низкою специфічних ризиків, які виникають у процесі планування, реалізації та оцінки маркетингових стратегій. Ці ризики зумовлені як зовнішніми, так і внутрішніми факторами, що впливають на ефективність маркетингових заходів. Нижче наведено основні категорії специфічних ризиків маркетингової діяльності:

1. *Ризик невідповідності ринковим потребам.* Виникає через недостатнє розуміння потреб цільової аудиторії або неправильну сегментацію ринку. Наприклад, помилки в маркетингових дослідженнях можуть призвести до розробки продуктів чи послуг, які не відповідають очікуванням споживачів, що знижує попит і конкурентоспроможність.

2. *Ризик неефективної комунікаційної стратегії.* Пов'язаний із невдалим вибором каналів комунікації, повідомлень або часу їхньої реалізації. Наприклад, некоректно сформульована рекламна кампанія може викликати негативну реакцію аудиторії або не досягти бажаного охоплення.

3. *Ризик цінової політики.* Неправильне встановлення ціни на продукт чи послугу може призвести до втрати конкурентних позицій (надто висока ціна) або недоотримання прибутку (надто низька ціна). Цей ризик посилюється в умовах високої цінової чутливості ринку або агресивної конкуренції.

4. *Ризик репутаційних втрат.* Виникає внаслідок невдалих маркетингових кампаній, які можуть викликати негативне сприйняття бренду. Наприклад, використання культурно нечутливих елементів у рекламі може спричинити репутаційні кризи, особливо в умовах активного використання соціальних мереж.

5. *Ризик технологічних змін.* Швидкий розвиток цифрових технологій і платформ створює ризик застарілості маркетингових інструментів. Наприклад, нездатність адаптуватися до нових трендів у цифровому маркетингу (SEO, SMM, AI-таргетинг) може призвести до втрати конкурентних переваг.

6. *Ризик регуляторних обмежень.* Маркетингова діяльність може бути обмежена законодавчими нормами, наприклад, щодо реклами певних товарів (алкоголь, тютюн) або захисту

персональних даних (GDPR). Порушення таких норм може спричинити штрафи або обмеження діяльності.

7. *Ризик операційних помилок.* Включає помилки в логістиці маркетингових кампаній, наприклад, затримки в постачанні рекламних матеріалів або технічні збої в цифрових платформах, що знижують ефективність маркетингових зусиль.

Для мінімізації управління специфічних ризиків маркетингової діяльності необхідно застосовувати комплексний підхід, що містить:

- ✓ Проведення ретельних маркетингових досліджень для точного визначення потреб і вподобань цільової аудиторії.
- ✓ Розробку гнучких стратегій, які враховують мінливість ринкових умов і технологічні тренди.
- ✓ Використання інструментів аналізу ризиків, таких як SWOT-аналіз або сценарне планування.
- ✓ Постійний моніторинг репутаційних та регуляторних факторів для швидкого реагування на потенційні загрози.

2.2. Методичні вказівки до вирішення ризикових ситуацій

Приклад 2.1. Ситуація: Компанія планує запуск нового енергетичного напою, орієнтованого на молодь. Проте маркетингове дослідження показало, що 60% цільової аудиторії віддає перевагу напоям без кофеїну. Завдання: розробіть план коригування продукту та маркетингової стратегії, щоб усунути невідповідність потребам аудиторії. Які методи дослідження використаєте для уточнення даних?

Розв'язання.

Проблема:

60% молоді – цільової аудиторії – надають перевагу напоям без кофеїну, що не відповідає характеристикам запланованого продукту.

План дій:

1. Коригування продукту:

- Запустити 2 варіанти напою: з кофеїном і без;
- Безкофеїновий варіант може містити натуральні стимулятори (вітаміни, женьшень тощо).

2. Зміна маркетингової стратегії:

- Сегментувати аудиторію та окремо просувати кожен варіант;
- Для безкофеїнового – зробити акцент на здоров'ї;
- Використовувати соцмережі, інфлюенсерів, яскраву упаковку.

Методи дослідження:

- Опитування – щоб уточнити причини вибору безкофеїнових продуктів;
- Фокус-групи – для тестування смаку й дизайну;
- Аналіз конкурентів – для врахування ринкових тенденцій.

2.3. Завдання для самостійної роботи

Задача 2.1. Малий бізнес запускає лінійку органічної косметики, але продажі нижчі за очікувані. Виявлено, що маркетингова кампанія орієнтована на широкий ринок без чіткої сегментації. Завдання: запропонуйте три сегменти ринку для цього продукту та опишіть, як змінити маркетингову стратегію для кожного сегмента.

Задача 2.2. Компанія розробила додаток для фітнесу, але після запуску отримала негативні відгуки через незручний інтерфейс. Завдання: сформулюйте план бета-тестування продукту перед запуском, щоб виявити потенційні проблеми. Які інструменти та методи використаєте для збору зворотного зв'язку?

Задача 2.3. Регіональний ритейлер одягу запустив рекламну кампанію в Instagram, але охоплення аудиторії віком 40+ залишилося низьким. Завдання: запропонуйте альтернативні канали комунікації для цієї аудиторії та обґрунтуйте їхній вибір.

Задача 2.4. Реклама нового ресторану акцентувала на вишуканій атмосфері, але привернула мало клієнтів, оскільки цільова аудиторія шукала доступні ціни. Завдання: переформулюйте ключове повідомлення кампанії та створіть приклад рекламного слогана.

Задача 2.5. Компанія запустила гумористичну рекламну кампанію, але отримала негативну реакцію через сприйняття реклами як образливої. Завдання: розробіть план реагування на кризу, включаючи публічне вибачення та коригування кампанії.

Задача 2.6. Компанія встановила ціну на новий гаджет на 20% вище, ніж у конкурентів, що призвело до низьких продажів. Завдання: проведіть аналіз конкурентної цінової політики та запропонуйте нову стратегію ціноутворення.

Задача 2.7. Виробник напоїв планує підвищити ціни на 10%, але боїться втрати клієнтів. Завдання: розробіть план тестування цінової еластичності попиту та оцініть потенційні ризики підвищення цін.

Задача 2.8. Магазин електроніки запустив знижкову акцію, але прибуток знизився через надмірне зниження цін. Завдання: запропонуйте стратегію акційних пропозицій, яка збереже прибутковість і приверне клієнтів.

Задача 2.9. Бренд одягу отримав негативні коментарі в соцмережах через використання неетичних матеріалів. Завдання: сформулюйте план реагування в соціальних мережах та запропонуйте заходи для відновлення репутації.

Задача 2.10. Реклама косметичного бренду була сприйнята як культурно нечутлива в одній із країн. Завдання: розробіть чек-лист для перевірки маркетингових матеріалів на культурну відповідність перед запуском.

Задача 2.11. Компанія випадково опублікувала образливий пост у соціальних мережах. Завдання: складіть план кризового PR, включаючи комунікацію зі ЗМІ та клієнтами, щоб мінімізувати репутаційні втрати.

Задача 2.12. Компанія використовує застарілі методи email-маркетингу, що знижує ефективність кампаній. Завдання: запропонуйте три сучасні цифрові інструменти для оновлення маркетингової стратегії.

Задача 2.13. Конкурент компанії почав використовувати AI для персоналізації реклами, що підвищило їхні продажі. Завдання: розробіть план інтеграції AI-інструментів у маркетингову стратегію компанії.

Задача 2.14. Компанія не встигає адаптуватися до нових трендів у TikTok-маркетингу. Завдання: сформулюйте план моніторингу технологічних трендів і оцінки їхньої доцільності для компанії.

Задача 2.15. Компанія збрала дані клієнтів для email-розсилки без їхньої згоди, що порушує GDPR. Завдання:

розробіть план приведення маркетингової діяльності відповідно до GDPR.

Задача 2.16. Виробник алкогольних напоїв планує рекламну кампанію, але стикається з обмеженнями щодо реклами в певних країнах. Завдання: запропонуйте альтернативні маркетингові стратегії, які відповідають регуляторним нормам.

Задача 2.17. Компанія готується до запуску міжнародної рекламної кампанії. Завдання: складіть чек-лист для юридичного аудиту маркетингових матеріалів, щоб уникнути регуляторних порушень.

Задача 2.18. Компанія не встигла доставити рекламні матеріали до початку кампанії через затримки постачальника. Завдання: розробіть план управління логістикою маркетингових матеріалів.

Задача 2.19. Вебсайт компанії впав під час запуску онлайн-кампанії через перевантаження серверів. Завдання: запропонуйте план тестування та підготовки технічної інфраструктури до маркетингових кампаній.

Задача 2.20. Маркетингова кампанія провалилася через неузгодженість дій між відділами. Завдання: сформулюйте план координації між маркетинговим, технічним і логістичним відділами для забезпечення безперебійної реалізації кампанії.

Ці вправи спрямовані на розвиток аналітичних і практичних навичок управління ризиками маркетингової діяльності, сприяючи формуванню ефективних стратегій у реальних бізнес-ситуаціях.

ТЕМА 3. ОСНОВИ ЯКІСНОГО АНАЛІЗУ РИЗИКУ

3.1. Методичні вказівки до вивчення теми

Якісна оцінка ризику передбачає виявлення можливих ризиків, визначення їхньої структури та ідентифікацію найбільш уразливих і ризикових сфер діяльності. Такий аналіз проводиться, зокрема, із використанням таблиці якісного аналізу ризику, у якій по вертикалі зазначається послідовність дій (алгоритм), а по горизонталі – потенційні ризики.

Після заповнення таблиці здійснюється детальний якісний аналіз ризиків, характерних для реалізації конкретного управлінського рішення.

Застосування цього методу продемонстровано на прикладі 3.1.

3.2. Методичні вказівки до вирішення ризикових ситуацій

Приклад 3.1. Підприємство «Аква-Стиль» планує відкрити нові торговельні точки як на території країни, так і за її межами. Необхідно здійснити якісний аналіз ризику цього проекту.

Розв'язання

Для проведення якісного аналізу скористаємося таблицею якісного аналізу ризиків.

По вертикалі вкажемо основні етапи підприємницької діяльності, які формують узагальнений алгоритм дій:

- ✓ проведення дослідження щодо доцільності відкриття нових магазинів у певному регіоні;
- ✓ залучення обігових коштів;
- ✓ укладання договорів оренди та придбання необхідного обладнання;
- ✓ транспортування товарів і матеріалів;
- ✓ монтаж обладнання та відкриття магазину.

Зазначений алгоритм має загальний характер і може бути деталізований залежно від конкретних умов реалізації проекту.

По горизонталі випишемо можливі види ризиків, що супроводжують кожен етап. У таблиці позначатимемо знаком «+» наявність певного виду ризику на відповідному етапі.

Отже, таблиця якісного аналізу ризику для проєкту відкриття нового магазину підприємства «Аква-Стиль» матиме орієнтовно такий вигляд (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

№		Регіональний	Природний	Транспортний	Політичний	Законодавчий	Організаційний	Особистий	Майнові	Розрахунковий	Маркетинговий	Виробничий	Валютний	Кредитний	Фінансовий	Інвестиційний
1	Проведення дослідження щодо доцільності відкриття нових магазинів у певному регіоні	+	+								+					
2	Залучення обігових коштів				+	+	+						+	+	+	+
3	Укладання договорів оренди та придбання необхідного обладнання					+		+		+						
4	Транспортування		+	+		+										
5	Монтаж обладнання та відкриття магазину		+						+							

Оскільки із 75 можливих випадків виникнення ризику він може реалізуватися лише у 19, що становить близько 25%, можна зробити висновок, що створення нового магазину не належить до високоризикових проєктів.

Однак для ухвалення остаточного управлінського рішення доцільно здійснити детальний кількісний аналіз ризику, який дозволить більш точно оцінити рівень потенційних втрат і визначити ефективність проєкту.

3.3. Завдання для самостійної роботи

Задача 3.1. Використовуючи таблицю якісного аналізу, здійснити оцінювання ризиків, пов'язаних з інвестуванням у машинобудівний комплекс України.

Задача 3.2. Використовуючи таблицю якісного аналізу ризику визначити, рівень ризикованості при створенні фермерського господарства з вирощування хмелю.

Задача 3.3. Визначити найбільш ризикові області підприємницької діяльності, яка пов'язана з виходом підприємства на закордонний ринок з текстильними виробами.

Задача 3.4. Підприємство «Лоркат» планує створити нову лінію з пошиття одягу та розповсюдити її на територію м. Чернівці й області. Провести якісний аналіз ризику.

Задача 3.5. Розробити алгоритм дій здійснення певної підприємницької діяльності та провести якісний аналіз ризику.

Побудувати таблицю якісного аналізу, обґрунтувати виникнення певного ризику, зробити висновки щодо ризикованості даної діяльності.

Задача 3.6. Підприємство планує запустити мобільний застосунок для автоматизації маркетингових кампаній малого бізнесу. Необхідно провести якісний аналіз ризику, визначивши етапи створення продукту (розробка, тестування, просування, обслуговування) та можливі види ризиків, пов'язані з технічними збоями, конфіденційністю даних і ринковою невизначеністю.

Задача 3.7. Маркетингова агенція планує вийти на ринок Польщі, пропонуючи послуги з digital-маркетингу для локальних брендів. Провести якісний аналіз ризиків, враховуючи політичні, валютні, культурні та організаційні чинники.

Задача 3.8. Стартап з розробки систем штучного інтелекту для аналізу поведінки споживачів планує залучити інвестиції. За

допомогою таблиці якісного аналізу визначити основні ризики інвестування у цей проєкт (інноваційний, технологічний, фінансовий, ринковий, особистий).

Задача 3.9. IT-компанія впроваджує CRM-систему для автоматизації роботи з клієнтами у торговельній мережі. Здійснити якісний аналіз ризиків, які можуть виникнути на етапах планування, інтеграції, навчання персоналу та підтримки користувачів.

Задача 3.10. Компанія планує провести масштабну рекламну кампанію із залученням блогерів. За допомогою таблиці якісного аналізу визначити можливі ризики – репутаційні, фінансові, організаційні, правові, комунікаційні – та оцінити їхню ймовірність.

Задача 3.11. Підприємство «ЕкоМаркет» запускає онлайн-платформу з продажу органічних продуктів. Провести якісний аналіз ризику за етапами: розробка сайту, логістика, співпраця з постачальниками, реклама, обслуговування клієнтів.

Задача 3.12. Мережа кав'ярень планує впровадити програму лояльності на основі мобільного застосунку. Провести якісний аналіз ризиків: технічних, маркетингових, фінансових, персональних, організаційних.

Задача 3.13. Аналітична компанія «DataVision» створює платформу для прогнозування ринкових трендів за допомогою машинного навчання. Визначити потенційні ризики, пов'язані з якістю даних, технічними збоями, правовими аспектами та невизначеністю попиту.

Задача 3.14. Університетський бізнес-інкубатор планує відкрити коворкінговий простір для молодих підприємців. За допомогою таблиці якісного аналізу визначити ризики інвестування у цей проєкт (соціальні, фінансові, організаційні, майнові, маркетингові).

Задача 3.15. Малий бізнес у сфері e-commerce планує інтеграцію системи штучного інтелекту для персоналізації рекомендацій клієнтам. Провести якісний аналіз ризику, визначивши можливі етапи реалізації проєкту та пов'язані з ними ризики (технологічні, правові, фінансові, етичні).

Оформлена належно задача зараховується як **ІНДЗ** до **10 балів**.

ТЕМА 4. ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО КІЛЬКІСНОГО АНАЛІЗУ РИЗИКУ

4.1. Методичні вказівки до вивчення теми

Для кількісного аналізу ризику застосовують низку методів. Досвід показує, що до найбільш універсальних, придатних для широкого кола економічних завдань, належать: метод аналогій, аналіз чутливості (вразливості), методи імітаційного моделювання та аналіз ризику збитків.

Метод аналогій ґрунтується на дослідженні наявних даних щодо реалізації подібних проєктів у минулому з метою оцінки ймовірності виникнення втрат.

Аналіз чутливості (вразливості) є одним із найпоширеніших і найпростіших способів урахування впливу невизначених чинників, що супроводжують оцінювання бізнес-проєктів.

Його проведення містить два етапи:

- 1) побудову адекватної моделі;
- 2) визначення ступеня чутливості основних показників до випадкових змін факторів.

Для оцінювання чутливості об'єкта до зміни певних чинників доцільно використовувати показники еластичності. Якщо аналітичний вираз для показника y відомий і подається у вигляді функції від n відповідних факторів (аргументів), визначеної в певній області їхніх значень, то

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

Коефіцієнт еластичності цієї функції щодо змінної x_j , $j = 1, \dots, n$ визначається за формулою

$$\varepsilon_j = \frac{\Delta y}{\Delta x_j} \times \frac{x_j}{y}, \quad j = 1, \dots, n. \quad (4.1)$$

Якщо функція $y = f(x)$ неперервна та диференційована в певній області значень аргументів, то коефіцієнтами еластичності будуть величини

$$\varepsilon_j = \frac{\partial y}{\partial x_j} \times \frac{x_j}{y}, \quad j = 1, \dots, n \quad (4.2)$$

Процес кількісного аналізу ризику із застосуванням методів *імітаційного моделювання* можна поділити на сім етапів. Зміст і послідовність виконання цих етапів наведено на рис. 4.1.

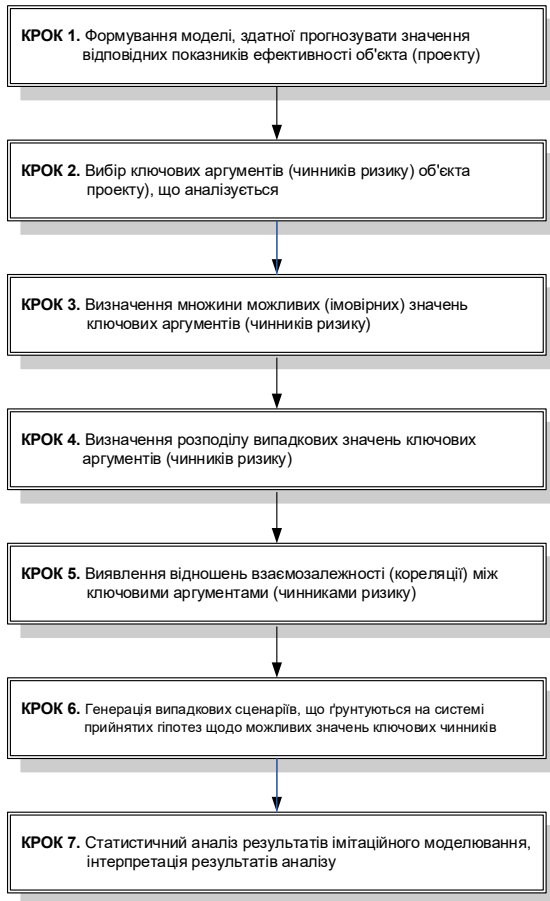


Рис. 4.1. Процес кількісного аналізу ризику за допомогою методів імітаційного моделювання

Аналіз ризику можна проводити також із позиції потенційних *збитків*, які є характерними для будь-якого об'єкта або проекту.

4.2. Методичні вказівки до вирішення ризикових ситуацій

Приклад 4.1. Підприємство МПП «Центротекс» планує вийти на ринок із новим продуктом – двосторонніми вуличними годинниками. На основі попередніх маркетингових досліджень, сформовано орієнтовний базовий сценарій, згідно з яким прогнозована ринкова ціна однієї одиниці товару становитиме приблизно 8000 грн, а очікуваний обсяг продажу за прогнозний період – 100 одиниць.

Для спрощення розрахунків прийнято низку гіпотез, зокрема: проект не розглядається як інвестиційний; усі види витрат подано інтегровано; часовий розрив між витратами та доходами не враховується; податки та відрахування не розглядаються.

На основі цих припущень отримано необхідні умовні дані (базовий сценарій), подані в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Показники	Числові значення за базовим сценарієм	Ідентифікатори (змінні)
Ціна товару	8000	x_1
Обсяг продажу	100	x_2
Валова виручка	800 000	—
Умовно-постійні витрати	400 000	x_3
Витрати матеріалів	300 000	—
Зарплата	50 000	—
Усього витрат	750 000	—
Валовий прибуток	50 000	y
Вартість матеріалів на одиницю продукції	3 000	x_4
Зарплата на одиницю продукції	500	x_5

Здійснити аналіз чутливості чинників невизначеності, визначити параметри проєкту, які можна віднести до найбільш ризикованих.

Розв'язання.

За прийнятої системи гіпотез, валовий прибуток (y) як функцію основних аргументів змінних (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) можна подати такою формулою

$$y = x_1 x_2 - x_3 - x_4 x_2 - x_5 x_2,$$

яку будемо вважати адекватною моделлю, що відповідає меті дослідження та прийнятій системі гіпотез. Отже, ми реалізували перший крок аналізу. Надалі будемо трактувати валовий прибуток (y) як випадкову величину, яка залежить від випадкових коливань змінних x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 , які також слід трактувати як випадкові величини.

Реалізуючи другий крок дослідження, отримаємо значення коефіцієнтів еластичності. Для цього використаємо формулу (4.2):

$$\varepsilon_1 = \frac{\partial y}{\partial x_1} \times \frac{x_1}{y} = x_2 \times \frac{x_1}{y} = 100 \frac{8000}{50000} = 16,$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\partial y}{\partial x_2} \times \frac{x_2}{y} = (x_1 - x_4 - x_5) \times \frac{x_2}{y} = 4500 \frac{100}{50000} = 9,$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\partial y}{\partial x_3} \times \frac{x_3}{y} = -\frac{x_3}{y} = -\frac{400000}{50000} = -8,$$

$$\varepsilon_4 = \frac{\partial y}{\partial x_4} \times \frac{x_4}{y} = -x_2 \times \frac{x_4}{y} = -100 \frac{3000}{50000} = -6,$$

$$\varepsilon_5 = \frac{\partial y}{\partial x_5} \times \frac{x_5}{y} = -x_2 \times \frac{x_5}{y} = -100 \frac{500}{50000} = -1.$$

Отже, коливання ціни товару може принести найбільше збитків та воно найбільш ризиковане.

4.3. Завдання для самостійної роботи

Задача 4.1. Функція попиту на певний товар, у спрощеному вигляді, задана лінійним рівнянням

$$Q = a - bp,$$

де Q – попит на цей товар, p – ціна товару в умовних одиницях, a – обсяг випуску.

Використовуючи метод аналізу чутливості, провести аналіз ризикових чинників, якщо $a = N$, $p = N/5$, $b = 0,01G$, де N – номер студента за списком, G – номер групи.

Задача 4.2. Установлено базовий сценарій, відповідно до якого прогнозна ринкова ціна одиниці продукції підприємства становитиме близько 1200 грн, а очікуваний обсяг продажу протягом прогнозного періоду – 1000 одиниць.

Необхідні умовні дані, що відображають базовий сценарій, подано в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Показники	Числові значення за базовим сценарієм	Ідентифікатори (змінні)
Ціна товару	1 200	x_1
Обсяг продажу	1 000	x_2
Валова виручка	1 200 000	—
Умовно-постійні витрати	600 000	x_3
Витрати матеріалів	450 000	—
Зарплата	50 000	—
Всього витрат	1 100 000	—
Валовий прибуток	100 000	y
Вартість матеріалів на одиницю продукції	450	x_4
Зарплата на одиницю продукції	50	x_5

Здійснити аналіз чинників невизначеності, визначити параметри проекту, які можна віднести до найбільш ризикованих, за допомогою аналізу чутливості (використовуючи функцію валового прибутку, що запропонована в прикладі 4.1).

Задача 4.3. Ціни, дивіденди по звичайних акціях, а також прибутковість компанії подані в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

№	ціна акції, долари США	прибутковість капіталу, %	рівень дивідендів, %
1	25	15,2	2,6
2	20	13,9	2,1
3	15	15,8	1,5
4	34	12,8	3,1
5	20	6,9	2,5
6	33	14,6	3,1
7	28	15,4	2,9
8	30	17,3	2,8
9	23	13,7	2,4
10	24	12,7	2,4

Визначте найбільш ризиковий чинник, що впливає на ціну акції.

Задача 4.4. Для групи підприємств, що випускають однорідну продукцію, встановлено залежність собівартості одиниці виробу від низки факторів, поданих у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Ознака-фактор	Рівняння парної регресії
Трудомісткість одиниці продукції, люд.год., x_1	$y_{x_1} = 9,3 + 9,83x_1$
Обсяг виробництва, млн.гр.од., x_2	$y_{x_2} = 0,62 + 58,47/x_2$
Витрати, млн.гр.од., x_3	$y_{x_3} = 11,73x_3^{1,6281}$
Частка прибутку, що вилучається державою, %, x_4	$y_{x_4} = 14,87 \cdot 1,016^{x_4}$

Визначте за допомогою аналізу чутливості силу впливу кожного фактора на собівартість.

Задача 4.5. Менеджер інвестує кошти в підприємство. Прибутки даного підприємства залежать від обсягу реалізації, витрат і описуються наступною функцією $y = 0,5r - 0,2c_1 - 0,1c_2 - 0,3c_3$, де y – прибуток, r – обсяг реалізації, c_1 – собівартість, c_2 – витрати на рекламу, c_3 – витрати на оренду приміщень. Визначити найбільш ризиковий чинник, якщо обсяг реалізації становить – 100000 тис. грн., собівартість – 25000 тис. грн., витрати на рекламу – 3600 тис. грн. і витрати на оренду приміщень – 7000 тис. грн.

Задача 4.6. Щодо десяти кредитних установ отримані дані, які характеризують залежність обсягу прибутку (y) від середньорічної ставки за кредитами (x_1), ставки за депозитами (x_2) і розміру середніх банківських витрат (x_3).

Таблиця 4.5

Обсяг прибутку	Середньорічна ставка за кредитами	Ставки по депозитах	Внутрішньо-банківські витрати
50	22	176	150
54	30	170	154
60	20	156	146
62	32	172	134
70	44	162	132
54	34	160	126
84	52	166	134
82	56	156	126
86	66	152	88
84	68	138	120

Визначити найбільш ризикові чинники, що впливають на обсяг прибутку за допомогою аналізу чутливості.

Задача 4.7. Підприємство «Міраж» виробляє в місяць 10000 шт. дзеркал. Ціна їхньої реалізації – 2000 грн, середні змінні витрати 1100 грн/шт., постійні витрати 4000 тис. грн.

1. Визначити вплив на прибуток збільшення постійних витрат на 10%.

2. Визначити вплив на прибуток зменшення ціни на 10%.

Задача 4.8. Керівництво підприємства аналізує два проєкти щодо можливості їх реалізації. Проєктні показники подані в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Показники	Позначення	Проєкт А	Проєкт В
Виручка від реалізації, грн		250000,00	750000,00
Собівартість, грн	c	200000,00	700000,00
Постійні витрати, грн	ПВ	23790,00	27390,00
Ціна одиниці продукції, грн	p	2,50	3,00
Обсяг реалізації	Q	100000,00	250000,00

Як результативний показник слід розглядати величину прибутку, що визначається за формулою $Y = Qp - (Qc + ПВ)$.

Виконайте аналіз чутливості результативних показників розглядуваних проєктів до зміни факторів та визначте найбільш ризиковий чинник.

Задача 4.9. Визначити, який із двох проєктів більш ризикований із точки зору зміни ставки дисконту, застосувавши метод аналізу чутливості.

Якщо ставка дисконту зростає з 11 % до 14 %, маємо такі вихідні дані:

Проєкт А:

1-й рік – 18 000 грн;

2-й рік – 16 000 грн;

Початкові інвестиції – 25 000 грн.

Проєкт Б:

17 200 грн;

15 000 грн;

22 000 грн.

Задача 4.10. Провести аналіз чутливості власного інвестиційного проєкту. Параметри інвестиційного проєкту задати самостійно. Аналіз проводити за показниками ефективності інвестицій.

Задача 4.11. Прибуток компанії описується функцією

$$Y = 1,5x_1 + 2x_2 - 0,8x_3$$

де

x_1 – інвестиції в маркетинг (млн грн),

x_2 – рівень цифрової автоматизації,

x_3 – операційні витрати.

Відомо, що змінні x_1 , x_2 , x_3 можуть коливатися на $\pm 10\%$.

Проведіть аналіз чутливості прибутку до зміни кожного фактора і визначте, який із них найбільш ризиковий.

Задача 4.12. Інтернет-магазин планує акцію. Базова модель прибутку:

$$Y = (p - c)Q - F,$$

де

$p = 1200$ грн – ціна товару,

$c = 700$ грн – собівартість,

$Q = 1000$ шт – обсяг продажу,

$F = 200000$ грн - постійні витрати.

Визначте, як зміниться прибуток при:

а) зниженні ціни на 10% ;

б) збільшенні обсягу продажу на 15% ;

в) одночасній зміні обох факторів.

Зробіть висновок щодо ризиковості проекту.

Задача 4.13. Маркетингова компанія планує запустити три різні рекламні кампанії для просування мобільного додатка. Прибуток від кампанії залежить від кількості завантажень додатка, яка варіює залежно від сезону та конкурентного середовища.

Функція прибутку описується формулою

$$Y = MS - C^2,$$

де M – витрати на маркетинг (тис. грн), S – залежність від сезону (коефіцієнт від 0,5 до 1,5), C – інтенсивність конкуренції (показник від 0 до 10).

Базовий сценарій: $M = 50$ тис. грн, $S = 1,0$, $C = 5$.

Провести аналіз чутливості прибутку до змін кожного з чинників, якщо:

- ✓ витрати на маркетинг можуть коливатися на $\pm 15\%$;
- ✓ сезонний коефіцієнт на $\pm 20\%$;
- ✓ показник конкуренції на $\pm 10\%$.

Визначити найбільш ризиковий чинник для рекламної кампанії.

Задача 4.14. Онлайн-магазин електроніки аналізує ефективність своєї діяльності. Чистий прибуток залежить від кількох факторів:

$$Y = (\bar{P}K - Sv)V - FC - Ad ,$$

де $\bar{P}$ – середня ціна товару (грн.), K – коефіцієнт конверсії покупців (від 0 до 1), Sv – середні змінні витрати на один товар (грн), V – обсяг відвідувань сайту (тис. на місяць), FC – постійні витрати (тис. грн на місяць), Ad – витрати на рекламу (тис. грн на місяць).

Базові значення: $\bar{P}=3500$ грн, $K=0,08$, $Sv=1500$ грн, $V=150$ тис, $FC=200$ тис., $Ad=100$ тис.

Визначити коефіцієнти еластичності прибутку за кожним чинником.

Розташувати чинники за ступенем впливу на прибуток.

Визначити, які три чинники мають найбільший ризик для платіжної спроможності магазину.

Задача 4.15. Стартап із розробки програмного забезпечення розраховує витрати на розробку нового продукту. Загальні витрати визначаються формулою

$$C = FC + Np\bar{S} + CtT ,$$

де FC – фіксовані витрати на інфраструктуру (млн. грн), Np – кількість програмістів, $\bar{S}$ – середня заробітна плата програміста (млн грн на рік), Ct – витрати на зовнішнє тестування та підтримку (млн грн), T – період розробки (років).

Базовий сценарій: $FC=2$ млн грн, $Np=10$ осіб, $\bar{S}=0,1$ млн грн, $Ct=1$ млн грн, $T=1,5$ року.

Провести аналіз чутливості витрат до змін кожного параметра, якщо:

- ✓ фіксовані витрати можуть змінитися на $\pm 25\%$;
- ✓ кількість програмістів на $\pm 20\%$;
- ✓ заробітна плата на $\pm 15\%$;
- ✓ витрати на тестування на $\pm 30\%$;
- ✓ період розробки на $\pm 10\%$.

Визначити два найбільш критичних чинники ризику для бюджету проекту.

Прокоментувати, як зміна кожного чинника впливає на можливість завершення проекту в запланованому бюджеті.

Оформлена належно задача зараховується як **ІНДЗ** до **10 балів**.

ТЕМА 5. СИСТЕМА КІЛЬКІСНИХ ОЦІНОК РИЗИКУ

5.1. Методичні вказівки до вивчення теми

У прикладних задачах економічного ризику для оцінювання його рівня часто застосовують показник імовірності перевищення певного порогового значення збитків. Цю ймовірність визначають за такою формулою

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

де $F(x)$ – функція щільності розподілу ймовірності, x – заданий рівень збитків, X – фактичний рівень збитків.

Отже, можна виділити три базові показники ризику:

1) $W_{\text{дп}} = P(X \geq x_{\text{дп}})$ – показник допустимого ризику,

2) $W_{\text{кр}} = P(X \geq x_{\text{кр}})$ – показник критичного ризику,

3) $W_{\text{кт}} = P(X \geq x_{\text{кт}})$ – показник катастрофічного ризику,

де $x_{\text{дп}}$ – гранично допустимий рівень збитків, $x_{\text{кр}}$ – критичний рівень збитків, $x_{\text{кт}}$ – катастрофічний рівень збитків.

Умови прийнятності ризику:

$$\begin{cases} W_{\text{дп}} \leq k_{\text{дп}}, \\ W_{\text{кр}} \leq k_{\text{кр}}, \\ W_{\text{кт}} \leq k_{\text{кт}}, \end{cases}$$

де $k_{\text{дп}}$, $k_{\text{кр}}$, $k_{\text{кт}}$ – критерії відповідно допустимого, критичного та катастрофічного ризику (задаються дослідником).

В абсолютному вираженні ризик оцінюється за допомогою нижченаведених показників

1) Математичне сподівання:

У випадку, коли всі можливі наслідки події описуються дискретною випадковою величиною

$$M = \sum_{i=1}^n p_i x_i,$$

де x_i – випадкова величина, що характеризує економічні наслідки i -тої ситуації, p_i – імовірність настання i -тої ситуації;

n – кількість можливих значень, які може набувати випадкова величина x_i .

Якщо ж несприятливі наслідки події описуються неперервною випадковою величиною, то

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

У випадку, коли величина ризику оцінюється на підставі статистичних даних,

$$M = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_t,$$

де x_t – випадкова величина, що характеризує економічні наслідки у t -му періоді; T – кількість періодів.

2) Зважене середнє геометричне (коли $x_i > 0$, $i = 1, \dots, n$):

$$G = \prod_{i=1}^n x_i^{p_i} \quad (\text{дискретна величина}),$$

$$G = e^{M(\ln x)} \quad (\text{неперервна величина}),$$

$$G = \prod_{t=1}^T x_t^{\frac{1}{T}} \quad (\text{статистичні дані}).$$

3) Зважене середнє геометричне (x_i набуває як додатних, так і від'ємних значень):

$$G = \alpha - \varepsilon + \prod_{i=1}^n (x_i - \alpha + \varepsilon)^{p_i} \quad (\text{дискретна величина}),$$

$$G = e^{M(\ln(x - \alpha + \varepsilon)) + \alpha - \varepsilon} \quad (\text{неперервна величина}),$$

$$G = \alpha - \varepsilon + \prod_{t=1}^T (x_t - \alpha + \varepsilon)^{\frac{1}{T}} \quad (\text{статистичні дані}),$$

де $\alpha = \min \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, ε – довільна величина, як правило ≈ 1 .

4) Міра розсіювання значень економічного показника відносно центра групування:

$$W = \sum_{i=1}^n p_i |x_i - M(x)| \quad (\text{дискретна величина}),$$

$$W = \int_{-\infty}^{+\infty} |x - M(x)| f(x) dx \text{ (неперервна величина),}$$

$$W = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |x_t - M(x)| \text{ (статистичні дані).}$$

За центр групування можна обирати як математичне сподівання, так і модальне значення, медіану і зважене середньгеометричне.

5) Дисперсія:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n p_i (x_i - M(x))^2 \text{ (дискретна величина),}$$

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x_i - M(x))^2 f(x) dx \text{ (неперервна величина),}$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (x_t - M(x))^2 \text{ (статистичні дані)}$$

$$(\text{якщо } T < 15, \text{ то } \sigma^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (x_t - M(x))^2).$$

В абсолютному вимірі для оцінювання економічного ризику можна застосовувати такі показники: модальну варіацію та середньоквадратичне відхилення від модального значення, медіанну варіацію та середньоквадратичне відхилення від медіани, а також середньгеометричну варіацію та середньоквадратичне відхилення від зваженого середньгеометричного.

6) Середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}.$$

7) Семіваріація:

$$SV = \sum_{i=1}^n \alpha_i p_i (x_i - M(x))^2 \text{ (дискретна величина),}$$

$$SV = \int_{-\infty}^{M(x)} \alpha (x - M(x))^2 f(x) dx \text{ або}$$

$$SV = \int_{M(x)}^{+\infty} \alpha (x - M(x))^2 f(x) dx \text{ (неперервна величина),}$$

$$SV = \frac{1}{T^-} \sum_i^T \alpha_i (x_i - M(x))^2 \text{ (статистичні дані),}$$

де T^- – кількість періодів, коли відбувається несприятливе відхилення; α – індикатор несприятливого відхилення, який визначається за формулою

$$\alpha = \begin{cases} 0, \text{ у випадку відхилення у сприятливий бік,} \\ 1, \text{ у випадку відхилення у несприятливий бік.} \end{cases}$$

Наприклад, якщо x характеризує збитки, $\alpha = \begin{cases} 0, x < M(x), \\ 1, x \geq M(x). \end{cases}$

8) Семіквадратичне відхилення:

$$SSV = \sqrt{SV}.$$

У відносному вираженні ризик оцінюється за допомогою

1) коефіцієнта сподіваних збитків:

$$l_1 = \frac{\left| \int_{-\infty}^0 xf(x) dx \right|}{\left| \int_{-\infty}^0 xf(x) dx \right| + \left| \int_0^{\infty} xf(x) dx \right|},$$

$0 \leq l_1 \leq 1$, 0 – відсутність збитків, 1 – відсутність прибутків;

2) модифікованого коефіцієнта сподіваних збитків:

$$2.1. l_1 = \frac{\left| \int_{-\infty}^z xf(x) dx \right|}{\left| \int_{-\infty}^z xf(x) dx \right| + \left| \int_z^{+\infty} xf(x) dx \right|},$$

z – деяке заплановане значення економічного показника залежно від прийнятої раціональної системи гіпотез.

$$2.2. K_z = \frac{|M_z^-|}{|M_z^-| + |M_z^+|}, K_z \in [0, 1]$$

де M_z^- та M_z^+ – відповідно сподівані величини несприятливих і сприятливих відхилень щодо z

$$M_z^- = \sum_{i=1}^n \alpha_i p_i x_i - z,$$

$$M_z^+ = \sum_{i=1}^n \beta_i p_i x_i - z;$$

де α_i – індикатор несприятливого відхилення, $\alpha_i = \begin{cases} 0, x_i \leq z \\ 1, x_i > z \end{cases}$,

β_i – індикатор сприятливого відхилення, $\beta_i = \begin{cases} 0, x_i > z \\ 1, x_i \leq z \end{cases}$, або

$$M_z^- = \int_{-\infty}^{+\infty} x \alpha(x) f(x) dx - z,$$

$$M_z^+ = \int_{-\infty}^{+\infty} x \beta(x) f(x) dx - z;$$

3) коефіцієнта варіації:

$$CV = \frac{\sigma}{M}.$$

4) коефіцієнта семіваріації:

$$CSV = \frac{SSV}{M}.$$

Чим більше значення будь-якого показника, запропонованого вище, тим більший ризик.

5) коефіцієнта асиметрії:

$$As = \sum_{i=1}^n p_i \left(\frac{x_i - M}{\sigma} \right)^3 \text{ або}$$

$$As = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left(\frac{x_t - M}{\sigma} \right)^3;$$

6) коефіцієнта ексцесу:

$$Ex = \sum_{i=1}^n p_i \left(\frac{x_i - M}{\sigma} \right)^4 - 3 \text{ або}$$

$$Ex = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left(\frac{x_t - M}{\sigma} \right)^4 - 3.$$

Чим менше значення показника асиметрії та ексцесу, тим більший ризик.

Використання **нерівності Чебишева** дозволяє розв'язати деякі задачі уникнення ризику, зокрема:

- *уникнення банкрутства за отримання кредиту*

Припустимо, що інвестиції здійснюються за рахунок кредиту, взятого під відсоток r_s .

Щоб шанс збанкрутувати був не більшим, ніж $1/9$, достатньо виконати умову (правило трьох сігм)

$$\sigma^2 \leq 1/9 \cdot (M - r_s)^2, \text{ або } M \geq r_s + 3\sigma;$$

- *уникнення банкрутства надаючи кредит*

Розглянемо ситуацію, у якій інвестор вкладає в звичайні акції лише частину свого капіталу, а залишок x_0 тримає під майже безризиковий дохід r_0 (наприклад, у державні короткострокові цінні папери). Яка при цьому буде ймовірність банкрутства?

Застосування нерівності Чебишева дає оцінку ризику банкрутства: він буде меншим за $1/9$ у такому випадку:

$$\frac{\sigma}{M + \frac{1 + x_0 r_0}{1 - x_0}} < \frac{1}{3},$$

або

$$M > -\frac{1 + x_0 r_0}{1 - x_0} + 3\sigma;$$

- *визначення меж зон допустимого, критичного та катастрофічного ризиків*

-

$$x_{\text{дн}} \geq M + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{дн}}}}; \quad x_{\text{кт}} \geq M + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{кт}}}}; \quad x_{\text{кр}} \geq M + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{кр}}}}.$$

5.2. Методичні вказівки до вирішення ризикових ситуацій

Приклад 5.1. Розмір збитків від інвестицій у певний вид підприємницької діяльності визначається як відсоткове співвідношення фактичних збитків до розрахункової суми виручки. Встановлено, що отримане в такий спосіб значення збитків має нормальний розподіл із параметрами $M = 10\%$ (математичне сподівання) та $\sigma = 2\%$ (середньоквадратичне відхилення).

Керівництво фірми намагається одержати інвестиції та вважає для себе реальними такі показники ризику: $x_{\text{дн}} = 12\%$; $x_{\text{кр}} = 14\%$; $x_{\text{кт}} = 16\%$. Інвестор установив для себе такі критерії ризику: $k_{\text{дн}} = 16\%$; $k_{\text{кр}} = 4\%$; $k_{\text{кт}} = 0,1\%$. Перевірити виконання умов прийнятності ризику, прийняти рішення щодо інвестування проєкту.

Розв'язання. У випадку нормального розподілу випадкової величини x інтегральна функція розподілу

$F(x) = 0,5 + \Phi\left(\frac{x - M}{\sigma}\right)$, де $\Phi(t)$ – функція Лапласа.

$$\begin{aligned} W_{\text{дн}} &= P(X > x_{\text{дн}}) = 1 - P(X < x_{\text{дн}}) = 1 - F(x_{\text{дн}}) = \\ &= 1 - 0,5 - \left(\left(\frac{x_{\text{дн}} - M}{\sigma}\right)\right) = 0,5 - \Phi\left(\frac{12 - 10}{2}\right) = \\ &= 0,5 - \Phi(1) = 0,5 - 0,3413 = 0,1587, \end{aligned}$$

тобто $W_{\text{дн}} = 0,1587 < 0,16 = k_{\text{дн}}$.

Аналогічно знаходимо, що

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

тобто $W_{\text{кр}} = 0,0228 < 0,04 = k_{\text{кр}}$;

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

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

З останньої нерівності випливає, що умови прийнятності ризику не виконуються, оскільки $W_{кт} > k_{кт}$. Інвестору було б доцільно відмовити в інвестиціях даній фірмі.

Приклад 5.2. Науково-виробниче мале приватне підприємство «Буковина» налагоджує виробництво нових датчиків палива. Експерти оцінюють можливі чотири варіанти дій щодо попиту на продукцію. Величини збитків при цьому становитимуть відповідно 250, 220, 150, 130 грн. Імовірність цих стратегій складає відповідно 0,4; 0,3, 0,2 і 0,1. Визначити сподівану величину ризику, тобто збитків.

Розв'язання. Збитки характеризує дискретна випадкова величина $X = \{250, 220, 150, 130\}$. Тоді величина ризику буде:

1) *Математичне сподівання:*

$$M = \sum_{i=1}^n p_i x_i = 250 \cdot 0,4 + 220 \cdot 0,3 + 150 \cdot 0,2 + 130 \cdot 0,1 = 209 \text{ грн},$$

тобто сподівані збитки становлять 209 грн.

2) *Зважене середнє геометричне:*

$$G = \prod_{i=1}^n x_i^{p_i} = 250^{0,4} \cdot 220^{0,3} \cdot 150^{0,2} \cdot 130^{0,1} = 203,477 \text{ грн}.$$

Згідно з даним показником, середні збитки становитимуть 203,48 грн.

3) *Міра розсіювання значень економічного показника відносно центра групування:*

$$W_M = \sum_{i=1}^n p_i |x_i - M(x)| = 0,4|250 - 209| + 0,3|220 - 209| + 0,2|150 - 209| + 0,1|130 - 209| = 39,4 \text{ грн}.$$

Якщо за центр групування обрати модальне значення ($Mo = 250$), то міра розсіювання:

$$W_{Mo} = \sum_{i=1}^n p_i |x_i - Mo(x)| = 0,4|250 - 250| + 0,3|220 - 250| + 0,2|150 - 250| + 0,1|130 - 250| = 41 \text{ грн}.$$

Якщо за центр групування обрати медіану $Me = 185$:

$$W_{Me} = \sum_{i=1}^n p_i |x_i - Me(x)| = 0,4|250 - 185| + 0,3|220 - 185| + \\ + 0,2|150 - 185| + 0,1|130 - 185| = 49 \text{ грн.}$$

Якщо ж за центр групування обрати зважене середньгеометричне:

$$W_G = \sum_{i=1}^n p_i |x_i - G(x)| = 0,4|250 - 203,477| + 0,3|220 - 203,477| + \\ + 0,2|150 - 203,477| + 0,1|130 - 203,477| = 41,61 \text{ грн.}$$

Коливання збитків від запланованого рівня становитиме 39,4 грн, або 41 грн, або 49 грн, або 41,61 грн залежно від установленого центру групування відповідно.

4) *Дисперсія:*

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n p_i (x_i - M(x))^2 = 0,4(250 - 209)^2 + 0,3(220 - 209)^2 + \\ + 0,2(150 - 209)^2 + 0,1(130 - 209)^2 = 2029.$$

Інші види варіацій можна визначити аналогічно.

5) *Середньоквадратичне відхилення:*

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{2029} = 45,04 \text{ грн.}$$

Максимально можливе коливання збитків від його середнього очікуваного значення становить 45,04 грн.

6) *Семіваріація.*

Спочатку визначимо $\alpha = \{1, 1, 0, 0\}$. Тоді

$$SV = \sum_{i=1}^n \alpha_i p_i (x_i - M(x))^2 = 0,4(250 - 209)^2 + 0,3(220 - 209)^2 = \\ = 708,7.$$

8) *Семіквадратичне відхилення:*

$$SSV = \sqrt{SV} = \sqrt{708,7} = 26,62 \text{ грн.}$$

Максимально можливе коливання збитків від його середнього очікуваного значення у негативний бік становить 26,62 грн.

9) *Модифікований коефіцієнт сподіваних збитків.*

Нехай діяльність вважається надто збитковою, якщо збитки перевищать 200 грн, тобто $z = 200$.

Визначимо $\alpha = \{1, 1, 0, 0\}$ і $\beta = \{0, 0, 1, 1\}$.

$$M_z^- = \sum_{i=1}^n \alpha_i p_i x_i - z = 0,4 \cdot 250 + 0,3 \cdot 220 - 200 = -34,$$

$$M_z^+ = \sum_{i=1}^n \beta_i p_i x_i - z = 0,2 \cdot 150 + 0,1 \cdot 130 - 200 = -157,$$

$$K_z = \frac{|M_z^-|}{|M_z^-| + |M_z^+|} = \frac{|-34|}{|-34| + |-157|} = 0,18.$$

18 % сподіваних збитків припадає на суму сподіваних вигод і сподіваних збитків.

10) Коефіцієнт варіації:

$$CV = \frac{\sigma}{M} = \frac{45,04}{209} = 0,22.$$

11) Коефіцієнт семіваріації:

$$CSV = \frac{SSV}{M} = \frac{26,62}{209} = 0,13.$$

12) Коефіцієнт асиметрії:

$$As = \sum_{i=1}^n p_i \left(\frac{x_i - M}{\sigma} \right)^3 = 0,4 \left(\frac{250 - 209}{45,04} \right)^3 + 0,3 \left(\frac{220 - 209}{45,04} \right)^3 + \\ + 0,2 \left(\frac{150 - 209}{45,04} \right)^3 + 0,1 \left(\frac{130 - 209}{45,04} \right)^3 = -0,68.$$

13) Коефіцієнт ексцесу:

$$Ex = \sum_{i=1}^n p_i \left(\frac{x_i - M}{\sigma} \right)^4 - 3 = 0,4 \left(\frac{250 - 209}{45,04} \right)^4 + 0,3 \left(\frac{220 - 209}{45,04} \right)^4 + \\ + 0,2 \left(\frac{150 - 209}{45,04} \right)^4 + 0,1 \left(\frac{130 - 209}{45,04} \right)^4 - 3 = -1,19.$$

Приклад 5.3. Приватне підприємство «Заріна» бере кредит під 15% річних для відкриття нових ювелірних магазинів на території України. Керівники прагнуть, щоб шанс банкрутства був не більший ніж 1/9. Експерти оцінюють, що ризик, пов'язаний із коливанням

сподіваних прибутків, становить 10%. Визначити рівень сподіваних прибутків, за якого можна уникнути банкрутства.

Розв’язання. За умовою задачі інвестиції здійснюються за рахунок кредиту. Для визначення рівня сподіваних прибутків використаємо нерівність Чебишева.

Формалізуючи умову задачі, отримаємо, що $r_s = 15\%$, $\sigma = 10\%$. Скориставшись правилом “трьох сігм”, визначимо значення сподіваної норми прибутку для приватного підприємства:

$$M \geq 15 + 3 \cdot 10;$$

$$M \geq 45.$$

Отже, рівень сподіваного прибутку для приватного підприємства «Заріна» має бути не меншим 45%, щоб імовірність банкрутства була не більша ніж 1/9.

Приклад 5.4. Інвестор має капітал у розмірі 200 тис. грн. Із цієї суми 50 тис. грн він вкладає в безризикові цінні папери з річною нормою прибутку 20%. Решту коштів – 150 тис. грн – інвестор інвестує у ризикові активи, для яких середньоквадратичне відхилення (рівень ризику) становить 30%. Інвестор бажає, щоб імовірність банкрутства не перевищувала 1/9.

Визначити, якою має бути сподівана норма прибутку ризикових цінних паперів

Розв’язання. За умовою задачі $r_0 = 20\% = 0,2$, $x_0 = 50/200 = 0,25$, $\sigma = 30\% = 0,3$.

Використовуючи нерівність Чебишева для знаходження сподіваної норми прибутку обтяжених ризиком цінних паперів, застосуємо правило «трьох сігм»:

$$M \geq -\frac{1 + 0,25 \cdot 0,2}{1 - 0,25} + 3 \cdot 0,3;$$

$$M \geq -\frac{1,05}{0,75} + 0,9;$$

$$M \geq -0,5.$$

Отже, сподівана норма прибутку цінних паперів, обтяжених ризиком, повинна бути не меншою ніж -50% , тобто достатньою, щоб цінні папери були незбитковими.

5.3. Завдання для самостійної роботи

Задача 5.1. При розгляді кредитування підприємства «Анова» банк прогнозує можливі значення збитків та відповідні їм ймовірності. Числові результати наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

<i>Оцінка можливого результату</i>	<i>Прогнозовані збитки, тис. гривень</i>	<i>Значення ймовірності</i>
Песимістична	50	0,2
Стримана	15	0,5
Оптимістична	-50	0,3

Визначити величину ризику як зважене середньгеометричне прогнозованих збитків і як міру мінливості результату.

Задача 5.2. Розмір збитків підприємства визначається як відсоткове співвідношення фактичних збитків до розрахункової суми виручки та має нормальний розподіл із такими параметрами: $M = 28\%$ – математичним сподіванням і $\sigma = 2\%$ – середньоквадратичним відхиленням.

Інвестор установив для себе такі граничні критерії ризику: $k_{on} = 18\%$; $k_{кр} = 5\%$; $k_{кт} = 0,1\%$.

Яке рішення має прийняти інвестор, якщо керівництво підприємства, що претендує на інвестиції, оцінює свої реальні показники ризику як: $x_{on} = 30\%$; $x_{кр} = 32\%$; $x_{кт} = 34\%$. ($\Phi(1) = 0,341345$, $\Phi(2) = 0,47725$, $\Phi(3) = 0,49865$, $\Phi(4) = 0,499968$)?

Задача 5.3. Відомі оцінки прогнозованих значень доходу від кожного з двох проєктів A і B , які розглядаються щодо інвестування, та відповідні значення ймовірностей. Цифрові дані наведено в табл 5.2.

Визначити величину ризику для двох проєктів A і B .
Обрати один із них (той, що забезпечує меншу величину ризику)
для інвестування.

Таблиця 5.2

Оцінка можливого результату	Прогнозований прибуток (тис. гривень)		Значення ймовірності	
	A	B	A	B
Песимістична	100	63	0,6	0,2
Оптимістична	250	183	0,4	0,8

Задача 5.4. У табл. 5.3 подано результати спостережень за нормами прибутку портфелів цінних паперів A і B за останні п'ять періодів.

Таблиця 5.3

Період	Норма прибутку (%)	
	R_A	R_B
1	6	3
2	4	7
3	2	7
4	6	5
5	7	3

Інвестор може інвестувати лише в один із поданих портфелів. Необхідно визначити рівень ризику кожного портфеля та обрати для інвестування той, що характеризується нижчим ступенем ризику.

Задача 5.5. Підприємство «Еконайт» із капіталом у 250 тис. грн укладає 70 тис. грн у безризикові цінні папери з річною нормою прибутку 15%. Залишок капіталу, тобто 180 тис. грн, воно планує вкласти у папери, обтяжені ризиком. Середньоквадратичне відхилення цих цінних паперів дорівнює 35%. Інвестор прагне, щоб шанс банкрутства був для нього не більшим ніж $1/9$.

Визначити сподівану норму прибутку обтяжених ризиком цінних паперів.

Задача 5.6. Підприємство «Вікторія» має можливість вибору одного з двох варіантів розвитку бізнесу, кожен з яких може привести до двох результатів одержання прибутку. Прогнозовані значення доходу та відповідні ймовірності наведені в табл. 5.4

Таблиця 5.4

Варіант	Результат 1		Результат 2	
	Дохід, грн.	Імовірність	Дохід, грн.	Імовірність
I	500	0,3	550	0,7
II	1000	0,5	1500	0,5

Обчислити міру ризику кожного з варіантів розвитку бізнесу, обґрунтувати доцільність вибору одного з можливих варіантів розвитку бізнесу підприємства «Вікторія».

Задача 5.7. Використовуючи умову задачі 4.5, визначити величину ризику кожного з портфелів цінних паперів A і B , якщо відомо, що розподіл статистичних даних асиметричний. Прийняти оптимальне рішення щодо інвестування.

Задача 5.8. Розглядаються два портфелі цінних паперів K і L щодо інвестування. На основі статистичних даних відомі їх норми прибутку за останні 10 періодів (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Період	Норма прибутку (%)	
	R_K	R_L
1	6,9	3,71
2	4,7	4,9
3	5,85	1,73
4	6,88	2,67
5	4,5	3,88
6	2,81	5,06
7	2,7	5,92
8	2,35	7,67
9	2,73	4,94
10	3,87	2,81

Який із цих портфелів менш ризикований щодо інвестицій, якщо для порівняння ризикованості цих портфелів цінних паперів використати коефіцієнт ексцесу?

Задача 5.9. Підприємство, виготовляючи зимові пальта на експорт, вкладає у справу власний капітал розміром 50 тис. грн. За прогнозами, сподіваний середній рівень рентабельності складає 23%.

Необхідно з імовірністю 1/9 оцінити ризик, пов'язаний із коливанням сподіваних прибутків, щоб уникнути банкрутства.

Задача 5.10. Два проекти *A* і *B* розглядаються щодо інвестування. Експертами визначено прогнозовані значення доходу від кожного з проектів і відповідні значення ймовірностей.

Таблиця 5.6

Оцінка можли- вого результата	Проект <i>A</i>		Проект <i>B</i>	
	Прогнозований прибуток, (млн грн)	Значення ймовірностей	Прогнозований прибуток, (млн грн)	Значення ймовірностей
<i>I</i>	400	0,3	180	0,25
<i>II</i>	700	0,5	620	0,55
<i>III</i>	1200	0,2	1250	0,2

Визначити рівень ризику для проектів *A* і *B* та обрати один із них для інвестування, якщо показником ризику вважається:

- значення дисперсії;
- зважене середнє геометричне;
- міра варіації (мінливості) отриманих результатів.

Задача 5.11. Підприємство, розробляючи інвестиційний портфель, вирішує питання про купівлю акцій однієї з трьох компаній. Експертами встановлено оцінки рівня очікуваних можливих прибутків від придбання цих акцій і значення їх ймовірностей.

Обчислити величину ризику щодо купівлі акцій однієї з трьох компаній, якщо за величину ризику береться величина коефіцієнта варіації. Прийняти рішення щодо інвестування.

Таблиця 5.7

Акції компанії	Рівень очікуваного прибутку	Імовірність одержання очікуваного прибутку
<i>I</i>	500	0,3
	900	0,5
	1000	0,2
<i>II</i>	600	0,6
	1100	0,4
<i>III</i>	700	0,3
	850	0,5
	1200	0,2

Задача 5.12. «Укргазбанк» приймає рішення щодо обрання одного з двох проєктів інвестування, яким надано по дві експертні оцінки. Відомі оцінки прогнозованих значень доходу від кожного проєкту та відповідні ймовірності їх одержання.

Таблиця 5.8

	Проект I		Проект II	
	Дохід, грн	Імовірність	Дохід, грн	Імовірність
Оцінка 1	1000	0,6	500	0,3
Оцінка 2	500	0,4	150	0,7

Визначити міру ризику кожного з двох проєктів і обрати один із них для інвестування банком, якщо як міру ризику використовувати коефіцієнт семіваріації.

Задача 5.13. Приватний підприємець Удалов С.М. при виготовленні нових моделей жіночого та чоловічого одягу прагне, щоб ризик банкрутства був не більшим ніж $1/9$. У справу вкладається власний капітал розміром 70 тис. грн. Значення

середньоквадратичного відхилення рентабельності від сподіваної величини, за прогнозами, складає 7%.

Обчислити, яким повинно бути значення сподіваного середнього рівня рентабельності виробництва нових моделей одягу, щоб приватний підприємець Удалов С.М. уникнув банкрутства.

Задача 5.14. Підприємство «Центротекс» може обрати для реалізації одну з п'яти стратегій, реалізація кожної з них може привести до одного із двох результатів доходу. Дані прогнозованих значень доходу та відповідні ймовірності наведені в таблиці:

Таблиця 5.9

	Результат 1		Результат 2	
	Дохід, грн	Імовірність	Дохід, грн	Імовірність
I	200	0,3	100	
II	400		1005	0,1
III	350	0,4	800	
IV	300		900	0,2
V	450	0,5	550	

Доповнити таблицю та на основі обчислених коефіцієнтів ексцесу обґрунтувати доцільність вибору однієї із двох стратегій підприємством «Центротекс».

Задача 5.15. Залежно від стану економіки акції типів А і В можуть забезпечувати різні норми прибутку. Експерти визначили п'ять можливих станів економіки та оцінили ймовірність їх настання, що наведено в табл. 5.10.

Таблиця 5.10

Стани економічного середовища	Імовірність	Норма прибутку акції (%)	
	p	R_A	R_B
Значне піднесення	0,1	15	10
Незначне піднесення	0,3	10	5
Стагнація	0,2	5	3
Незначна рецесія	0,3	-5	-3
Значна рецесія	0,1	-10	-5

Застосовуючи коефіцієнт сподіваних збитків, визначити ризики цих акцій, обрати вид акцій для інвестування, припускаючи, що акції вважаються збитковими, якщо їхня норма прибутку буде меншою 5%.

Задача 5.16. ТзОВ «Юртранс» обирає з двох портфелів цінних паперів K і L для інвестування. Відомі їх норми прибутку, що спостерігались за останні 7 років.

Таблиця 5.11

Період	Норма прибутку (%)	
	R_K	R_L
1	7,5	3,8
2	6,9	2,9
3	6,8	3,7
4	5,9	5,6
5	4,5	5,9
6	3,6	7,5
7	2,5	4

Оцінити коефіцієнти асиметрії для норм прибутку портфелів цінних паперів і прийняти оптимальне рішення щодо інвестування ТзОВ «Юртранс».

Задача 5.17. Підприємство ТзОВ «Імпульс», що виготовляє меблі, прагне обмежити ймовірність банкрутства рівнем не вище $1/9$. У виробництво інвестується власний капітал у розмірі 600 тис. грн, а очікуваний середній рівень рентабельності, за прогнозами, становить 55%.

Потрібно обчислити величину середньоквадратичного відхилення рентабельності від очікуваної, за умови, що зазначений рівень ризику ($1/9$) не перевищується.

Задача 5.18. Фірма «Дари Буковини», яка займається виробництвом натурального соку, прагне, щоб ризик банкрутства був не більшим ніж $1/9$. У справу вкладається власний капітал

розміром в 150 тис. грн. Середньоквадратичне відхилення рентабельності від сподіваної величини, за прогнозами, складає 20%.

Обчислити, яким повинно бути значення сподіваного середнього рівня рентабельності виготовлення соку фірмою «Дари Буковини».

Задача 5.19. Для відкриття нових магазинів у м. Чернівці «Сільпо» бере кредит під 15% річних. При цьому експерти оцінюють, що рівень сподіваних прибутків становить 48%.

Необхідно з ймовірністю $1/9$ оцінити ризик, пов'язаний із коливанням сподіваних прибутків, щоб уникнути банкрутства.

Задача 5.20. Виходячи з числових даних, наведених у таблиці.

Таблиця 5.12

Стан економічного середовища	Ймовірність	Норма прибутку, %	
		A_1	A_2
Значне піднесення	0,1	10	12
Незначне піднесення	0,4	15	5
Стагнація	0,1	2	2
Незначна рецесія	0,3	-2	1
Значна рецесія	0,1	-10	-5

та встановивши, що $k_{\text{дн}} = 0,3$, $k_{\text{кр}} = 0,03$, $k_{\text{кт}} = 0,003$, знайти межі допустимого, критичного та катастрофічного ризику.

ТЕМА 6. ТЕОРІЯ КОРИСНОСТІ ТА ПРИЙНЯТТЯ РИЗИКУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

6.1. Методичні вказівки до вивчення теми

Під **лотереєю** $L(x_*, p(x), x^*)$ розуміють ситуацію, у якій особа може отримати x_* з імовірністю $p(x)$ або x^* з імовірністю $1 - p(x)$. Позначимо **сподіваний виграш** (математичне сподівання виграшу) через $\bar{x}$:

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

Справедлива основна формула теорії сподіваної корисності:

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

тобто корисність ансамблю результатів збігається з математичним сподіванням корисності результатів.

Детермінований еквівалент лотереї L – це гарантована сума $\hat{x}$, отримання якої еквівалентне участі в лотереї. $\hat{x}$ визначається з рівняння

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

де $U^{-1}(\square)$ – функція, обернена до функції $U(X)$.

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

$$\Sigma_s = -\hat{x}.$$

Премія за ризик (надбавка за ризик) $\pi(X)$ – це сума (в одиницях виміру критерію X), якою суб'єкт керування (особа, що приймає рішення) згоден знехтувати з середнього виграшу, щоб уникнути ризику, пов'язаного з лотереєю.

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

6.2. Методичні вказівки до вирішення ризикових ситуацій

Приклад 6.1. Нехай особа має функцію корисності, яка задана у вигляді $U(x) = \lg(x + 4)$, $x > -4$.

Вона має три альтернативних варіанти вибору нового місця роботи: *I* місце роботи пов'язане зі стабільним доходом у розмірі 4 тис. грн; *II* місце роботи пов'язане з ризиком: або мати дохід у розмірі 3 тис. грн з імовірністю 0,5, або у розмірі 5 тис. грн із тією ж імовірністю; *III* місце роботи пов'язане з ризиком мати дохід у розмірі 10 тис. грн з імовірністю 0,4 або не мати жодного доходу. Яке місце доцільно обрати цій особі?

Розв'язання. Формалізуємо умову задачі за допомогою лотереї:

$$L_1(4;1;0), L_2(3;0,5;5), L_3(10;0,4;0).$$

Обчислимо сподіваний виграш для першої лотереї:

$$\bar{x} = 1 \cdot 4 + 0 = 4 \text{ тис. грн.}$$

Складемо рівняння для визначення детермінованого еквівалента:

$$\lg(\hat{x} + 4) = 1 \cdot \lg(4 + 4);$$

$$\lg(\hat{x} + 4) = \lg 8;$$

$$\hat{x} + 4 = 8;$$

$$\hat{x} = 8 - 4;$$

$$\hat{x} = 4.$$

$\hat{x} = 4$ тис. грн – детермінований еквівалент;

$\pi(x) = 4 - 4 = 0$ тис. грн – премія за ризик.

Сподівана корисність особи на *I* місці роботи дорівнює:

$$\bar{U}_I(x) = 0,9.$$

Аналогічно обчислимо сподіваний виграш, детермінований еквівалент, премію за ризик і сподівану корисність для *II* місця роботи:

$\bar{x} = 3 \cdot 0,5 + 5 \cdot 0,5 = 4$ тис. грн – сподіваний виграш:

$$\lg(\hat{x} + 4) = 0,5 \cdot \lg(3 + 4) + 0,5 \cdot \lg(5 + 4);$$

$$\lg(\hat{x} + 4) = 0,5(\lg(3 + 4)(5 + 4))$$

$$\lg(\hat{x} + 4) = \lg(7 \cdot 9)^{1/2};$$

$$\hat{x} + 4 = (7 \cdot 9)^{1/2};$$

$$\hat{x} = \sqrt{63} - 4;$$

$\hat{x} \approx 7,94 - 4 = 3,94$ тис. грн – детермінований еквівалент;

$\pi(x) = 4 - 3,94 = 0,06$ тис. грн – премія за ризик.

Сподівана корисність особи на II місці роботи дорівнює:

$$\bar{U}_{II}(x) = 0,5 \cdot \lg(3 + 4) + 0,5 \cdot \lg(5 + 4) \approx 0,9.$$

Обчислимо сподіваний виграш для лотереї $L_3(10; 0,4; 0)$:

$$\bar{x} = 10 \cdot 0,4 + 0 \cdot 0,6 = 4 \text{ тис. грн.}$$

Детермінований еквівалент становить:

$$\lg(\hat{x} + 4) = 0,4 \cdot \lg(10 + 4) + 0,6 \cdot \lg(0 + 4);$$

$$\lg(\hat{x} + 4) = 0,4 \cdot \lg 14 + 0,6 \cdot \lg 4;$$

$$\lg(\hat{x} + 4) = \lg 14^{2/5} + \lg 4^{3/5};$$

$$\lg(\hat{x} + 4) = \lg(14^{2/5} \cdot 4^{3/5});$$

$$\hat{x} + 4 = 14^{2/5} \cdot 4^{3/5};$$

$$\hat{x} \approx 2,6 \text{ тис. грн.}$$

Премія за ризик:

$$\pi(x) = 4 - 2,6 = 1,4 \text{ тис. грн.}$$

Сподівана корисність особи для III місця роботи дорівнює:

$$\bar{U}_{III}(x) = 0,4 \cdot \lg(10 + 4) + 0,6 \cdot \lg(0 + 4) \approx 0,82.$$

На кожному місці роботи сподівані виграші виявилися однаковими і становлять 4 тис. грн. Тому для прийняття оптимального рішення порівняємо одержані величини сподіваної корисності від одержання доходу на кожному з місць роботи:

$$\max \{\bar{U}_I(x), \bar{U}_{II}(x), \bar{U}_{III}(x)\} = \max \{0,9; 0,9; 0,82\} = 0,82.$$

Оскільки функція корисності опукла вгору, робимо висновок, що особа, яка приймає рішення, неохоча до ризику. Отже, їй необхідно обрати перше місце роботи, оскільки для нього найбільша сподівана корисність і найменша за абсолютною величиною премія за ризик.

6.3. Завдання для самостійної роботи

Задача 6.1. Знайти сподіваний виграш, детермінований еквівалент і премію за ризик для лотереї $L(10;0,5;18)$.

Задача 6.2. Нехай функція корисності особи має вигляд $U(x) = 2 + 5x$. Вважатимемо, що особа, яка приймає рішення має справу з лотереєю $L(20;0,4;30)$, тобто отримати 20 гр.од. з імовірністю 0,4 та 30 гр.од. з імовірністю 0,6 ($1 - 0,4$). Обчислити значення сподіваного виграшу, детермінованого еквіваленту та премії за ризик.

Задача 6.3. Нехай задано функцію корисності $U(x) = 10(x - 20)^2 + 2$. Припустимо, що особа, яка приймає рішення, має справу з лотереєю $L(10;0,6;30)$. Обчислити сподіваний виграш, детермінований еквівалент і премію за ризик.

Задача 6.4. Нехай задано функцію корисності $U(x) = 4x^2$, $x \geq 0$ та лотерею $L(8;0,4;18)$. Обчислити для даної лотереї сподіваний виграш, детермінований еквівалент і премію за ризик. Визначити ставлення до ризику за даною функцією корисності та за значенням премії за ризик.

Задача 6.5. Особа має задану функцію корисності $U(x) = 0,2x^2$. Їй пропонують три альтернативні варіанти нового місця роботи:

Місце 1 – стабільний дохід 6 тис. грн.

Місце 2 – ризикований дохід: 3 тис. грн з імовірністю 0,7, або 5 тис. грн з імовірністю 0,3.

Місце 3 – ризикований дохід: 8 тис. грн з імовірністю 0,5, або 0 грн з імовірністю 0,5.

Необхідно розрахувати премію за ризик для кожного варіанту роботи та визначити, яке місце є найдоцільнішим вибором для особи.

Задача 6.6. Підприємець, функція корисності якого задана як $U(x) = 2\sqrt{x}$, має капітал у розмірі 100 млн грн і розглядає два варіанти його використання:

а) розмістити кошти на депозиті з гарантованим доходом 15% на рік;

б) інвестувати в ризиковий проєкт, який може принести прибуток 50% з імовірністю 0,4, або лише повернення вкладеного капіталу (без прибутку) з імовірністю 0,6.

Потрібно визначити очікувану корисність кожного варіанту та обрати оптимальне рішення для підприємця.

Задача 6.7. Особа має функцію корисності $U(x) = 3x + 7$. Ця особа вивчає для себе можливість участі в одній з лотерей $L_1(10; 0,4; 40)$ та $L_2(30; 0,6; 50)$. Якій з цих лотерей вона віддасть перевагу? Як ця особа ставиться до ризику?

Задача 6.8. Особа, що приймає рішення, має задану функцію корисності $U(x) = \sqrt{x}$ і розглядає два можливі варіанти нового місця роботи:

Варіант 1 (ризиковий): прибуток може становити 1,0 грош. од. з імовірністю 0,5 або 3,0 грош. од. з імовірністю 0,5;

Варіант 2 (надійний): гарантований прибуток становить 2,0 грош. од.

Необхідно порівняти очікувану корисність обох варіантів і визначити, який варіант роботи є раціональнішим вибором для цієї особи.

Задача 6.9. Функція корисності має вигляд $U(x) = \log_2(x + 37)$, $x > -37$. Лотерея описується як така, що з імовірністю 0,4 призводить до результату 5 і з імовірністю 0,6 призводить до результату 50. Знайти сподіваний виграш, детермінований еквівалент, премію за ризик, а також визначити ставлення до ризику за даною функцією корисності і за значенням премії за ризик.

Задача 6.10. Нехай задано функцію корисності $U(x) = 20x^2 + 5$, $x \geq 0$ та лотерею $L(10; 0, 7; 15)$. Обчислити для даної лотереї сподіваний виграш, детермінований еквівалент і премію за ризик. Визначити ставлення до ризику функцією корисності та за значенням премії за ризик.

Задача 6.11. Функція корисності має вигляд $U(x) = 3x^2 - x + 4$. Відшукати сподіваний виграш, детермінований еквівалент і премію за ризик для лотереї $L(7; 0, 7; 14)$.

Задача 6.12. Підприємство має тимчасово вільний капітал обсягом 100 млн грн. Керівництво підприємства, функція корисності якого $U(x) = 0,15x^2$, вирішило інвестувати свій капітал у цінні папери. На ринку воно має два можливі варіанти:

а) державні цінні папери з гарантованим доходом 5% на рік;

б) акції корпорацій із потенційним прибутком 20% на рік, де ймовірність отримати цей прибуток становить 0,7, а ймовірність отримати лише номінал (0% прибутку) – 0,3.

Необхідно обчислити премію за ризик для інвестування в акції та визначити, який варіант більш доцільний для керівництва підприємства.

Задача 6.13. Нехай особа вивчає для себе можливість участі в одній з лотерей $L(30; 0, 7; 70)$ та $L(20; 0, 4; 50)$. Якій з цих лотерей вона віддасть перевагу, якщо її функція корисності має вигляд $U(x) = 2\sqrt{x} + 5$? Як ця особа ставиться до ризику?

Задача 6.14. Нехай певна особа має функцію корисності $U(x) = 4x^2 + 7$. Вона вивчає для себе можливість участі в одній з лотерей $L(10; 0, 8; 60)$ та $L(15; 0, 4; 50)$. Якій з цих лотерей вона віддасть перевагу, якщо її функція корисності має вигляд? Як ця особа ставиться до ризику?

Задача 6.15. Нехай особа вивчає для себе можливість участі в одній з лотерей $L(10;0,5;40)$ та $L(20;0,4;80)$. Якій із цих лотерей вона віддасть перевагу, якщо її функція корисності має вигляд $U(x) = 2x - 9$? Як ця особа ставиться до ризику?

Задача 6.16. Двоє осіб у вихідний вирішили сходити на іподром, маючи у своєму розпорядженні по 70 грн. Перед черговим заїздом вони почали радитись – робити їм ставки чи ні:

- можна спостерігати за видовищем і зберегти свої гроші;
- можна зробити ставку в черговому заїзді і при цьому отримати виграш у відношенні 1:10 з імовірністю 0,2 або програти свої гроші з імовірністю 0,8.

Яке рішення прийме кожен студент, якщо один із них має функцію корисності $U(x) = 2x + 5$, а другий – $U(x) = 3\sqrt{x}$?

Охарактеризуйте цих студентів з погляду ставлення їх до ризику.

Задача 6.17. Користуючись концепцією корисності за Нейманом, порівняйте ефективність рішень, поданих у таблиці:

Таблиця 6.1

Рішення	Варіанти доходів, тис. грн		
I	-1	13	5
II	-1	29	13
III	1	5	1
Імовірність	0,6	0,1	0,3

Відомо, що функція корисності задається формулою $U(x) = \log_2(x + 3)$.

Задача 6.18. Особа має функцію корисності, що відповідає нормальному закону розподілу, обмеженому на проміжку $[300, 1200]$, з параметрами $M = 600$ та $\sigma = 200$, і розглядає кілька варіантів нового місця роботи:

Перше місце забезпечує стабільний дохід 650 грн;

Друге місце пов'язане з ризиком: дохід може становити 850 грн з імовірністю $p = 0,5$ або 450 грн;

Третє місце також ризикове: дохід 1050 грн з імовірністю $p = 0,5$ або 250 грн.

Потрібно визначити, яке місце роботи найвигідніше для цієї особи.

Задача 6.19. Побудуйте інтервально-нейтральну функцію корисності згідно з даними, наведеними в табл.

Таблиця 6.2

Значення змінної	0	10	20	30	40	50
Значення функції корисності	0	0,05	0,20	0,40	0,65	1

Дайте їй характеристику.

Задача 6.20. Особа, яка приймає рішення про випуск продукції, має таку шкалу корисності доходу:

Таблиця 6.3

Корисність доходу	0	10	20	35	60	100
Дохід, тис. грн.	0	50	100	150	200	250

Необхідно зробити висновок про схильність або несхильність цієї особи до ризику. На ринку прогнозуються дві можливі ситуації щодо попиту на продукцію:

Ситуація 1 (ризикова): дохід 70 тис. грн із ймовірністю 0,75 або 210 тис. грн;

Ситуація 2 (гарантована): дохід 140 тис. грн.

Потрібно визначити, який варіант особа обере з точки зору очікуваного доходу та очікуваної корисності, та розрахувати її премію за ризик.

ТЕМА 7. ТЕОРІЯ ПОРТФЕЛЯ ЦІННИХ ПАПЕРІВ І ДИВЕРСИФІКАЦІЯ ЯК СПОСІБ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКУ ПОРТФЕЛЯ ЦІННИХ ПАПЕРІВ

7.1. Методичні вказівки до вивчення теми

Основною характеристикою кожного цінного паперу (ЦП) є норма прибутку.

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

$$R_t = \frac{C_t - C_{t-1} + D_t}{C_{t-1}} 100\%,$$

де C_t – ціна ЦП у t -й період, C_{t-1} – ціна ЦП у $(t-1)$ -й період, D_t – дивіденди, нараховані в t -му періоді.

$$\text{Величина } M_i = M(R_i) = \sum_{j=1}^n p_j R_{ij}$$

має назву сподіваної норми прибутку i -го ЦП.

Другою, поряд зі сподіваною нормою прибутку, важливою характеристикою кожного цінного паперу є його ризик. Варіацію (дисперсію) норми прибутку i -го цінного паперу можна обчислити за формулою

$$\sigma_i^2 = \sum_{j=1}^n p_j (R_{ij} - M_i)^2.$$

Середньоквадратичне відхилення норми прибутку ЦП:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_i^2}.$$

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

$$V_i \approx \frac{1}{T-1} \sum_{i=1}^n (R_i(t) - M_i)^2.$$

Розглянемо два цінних папери виду $A_1(M_1; \sigma_1)$ та $A_2(M_2; \sigma_2)$. Якщо для їх характеристик виконуються співвідношення $M_1 > M_2$ та $\sigma_1 < \sigma_2$, то в цьому випадку можна

вважати, що ЦП виду A_1 ліпший за ЦП виду A_2 .

Якщо ж $M_1 > M_2$ і при цьому $\sigma_1 > \sigma_2$, то для порівняння ризику цих ЦП можна скористатись однією з відносних оцінок ризику:

- коефіцієнт варіації: $CV = \frac{\sigma(R)}{M(R)}$;
- коефіцієнт семіваріації: $CSV = \frac{SSV(R)}{M(R)}$;
- модифікований коефіцієнт варіації: $CV = \frac{\sigma(R)}{M(R) - M_F}$;
- модифікований коефіцієнт семіваріації: $CSV = \frac{SSV(R)}{M(R) - M_F}$.

Тут M_F – норма прибутку безризикових або майже безризикових ЦП.

Під час формування портфеля цінних паперів (ПЦП) істотну роль відіграє ще одна характеристика – кореляція ЦП. Коефіцієнт кореляції визначається за формулою

$$\rho_{12} = \text{cov}(R_1, R_2) / \sigma_1 \sigma_2 = \sum_{i=1}^n p_i (R_{1i} - M_1)(R_{2i} - M_2) / \sigma_1 \sigma_2,$$

де ρ_{12} – коефіцієнт кореляції для акцій виду A_1 та A_2 , $\text{cov}(R_1, R_2)$ – коваріація випадкових величин R_1 та R_2 . Очевидно, що $\text{cov}(R_k, R_k) = \sigma_k^2$, $\rho_{kk} = 1$, $k = 1, 2$.

Математична модель ПЦП, сформованого з N цінних паперів, будується так. Нехай R_k – норма прибутку k -го виду ЦП ($k = 1, \dots, N$), S_k – обсяг грошових активів, інвестованих у k -тий вид ЦП, S – обсяг усіх грошових активів, інвестованих у ПЦП. Припустимо, що

$$x_k = S_k / S, \quad k = 1, \dots, N,$$

тобто x_k – це частка інвестицій у ЦП k -го виду. Очевидно, що $x_k \geq 0$ і при цьому $\sum_{k=1}^N x_k = 1$.

Структуру ПЦП відображає вектор $X = \{x_1; \dots; x_N\}$.

Тоді *норма прибутку ПЦП*, складеного з N видів ЦП

$$R_{\Pi} = \sum_{k=1}^N x_k R_k.$$

Сподівана норма прибутку цього ПЦП

$$M_{\Pi} = M\left(\sum_{k=1}^N x_k R_k\right) = \sum_{k=1}^N x_k M(R_k) = \sum_{k=1}^N x_k m_k,$$

тобто

$$M_{\Pi} = \sum_{k=1}^N x_k M_k.$$

Ризик ПЦП, згідно з класичним підходом, обчислюється на основі дисперсії його норми прибутку:

$$\sigma_{\Pi}^2 = \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^N x_k x_j \sigma_{kj},$$

де $\sigma_{kj} = \text{cov}(R_k, R_j) = \sigma_k \sigma_j \rho_{kj}$.

Портфель із двох видів цінних паперів

Нехай x_1 і x_2 – частки інвестицій у ЦП виду A_1 й A_2 , що складають портфель. Тоді, враховуючи що $N = 2$, отримуємо:

$$R_{\Pi} = x_1 R_1 + x_2 R_2;$$

$$M_{\Pi} = x_1 M_1 + x_2 M_2;$$

$$\sigma_{\Pi}^2 = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2x_1 x_2 \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12};$$

$$x_1 + x_2 = 1;$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

З урахуванням того, що $x_2 = 1 - x_1$, отримуємо:

$$\begin{aligned} \sigma_{\Pi}^2 &= x_1^2 \sigma_1^2 + (1 - x_1)^2 \sigma_2^2 + 2x_1(1 - x_1) \sigma_1 \sigma_2 \rho_{12} = \\ &= x_1^2 (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho_{12} \sigma_1 \sigma_2) - 2x_1 (\sigma_2^2 - \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2) + \sigma_2^2, \end{aligned}$$

тобто цільова функція σ_{Π}^2 є функцією однієї змінної x_1 , а саме – параболою 2-го порядку. Оскільки $x_1 \in [0, 1]$, то для всіх значень параметрів σ_1 , σ_2 і ρ_{12} ця парабола проходить через

точки $A_1(1; \sigma_1^2)$ та $A_2(0; \sigma_2^2)$, які відповідають однорідним ПЦП, складеним, відповідно, з ЦП виду A_1 та виду A_2 .

Парабола опукла вниз і досягає свого мінімального значення у вершині $O^*(x_1^*; \sigma_{II}^2)$. Функція σ_{II}^2 , згідно зі своєю побудовою, може набувати лише невід'ємних значень, а тому приходимо до висновку, що в системі координат (x_1, σ_{II}^2) уся парабола лежить над віссю абсцис.

Координати вершини параболи $O^*(x_1^*; (\sigma_{II}^*)^2)$ обчислюються за такими формулами:

$$x_1^* = \frac{\sigma_2^2 - \rho_{12}\sigma_1\sigma_2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho_{12}\sigma_1\sigma_2} = \frac{\frac{\sigma_2}{\sigma_1} - \rho_{12}}{\frac{\sigma_1}{\sigma_2} + \frac{\sigma_2}{\sigma_1} - 2\rho_{12}};$$

$$(\sigma_{II}^*)^2 = \frac{\sigma_1^2\sigma_2^2(1 - \rho_{12}^2)}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho_{12}\sigma_1\sigma_2}.$$

Задача збереження капіталу

Сутність її полягає у виборі такої структури ПЦП, щоб ризик цього портфеля був мінімальним. Формальна постановка цієї задачі така:

$$\sigma_{II}^2 \rightarrow \min_{x_1, \dots, x_N};$$

$$x_1 + \dots + x_N = 1;$$

$$x_k \geq 0, k = 1, \dots, N.$$

Розв'язок задачі зводиться до розв'язання такої системи лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} 2\sigma_{11}x_1 + 2\sigma_{12}x_2 + \dots + 2\sigma_{1N}x_N + \lambda = 0, \\ 2\sigma_{21}x_1 + 2\sigma_{22}x_2 + \dots + 2\sigma_{2N}x_N + \lambda = 0, \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ 2\sigma_{N1}x_1 + 2\sigma_{N2}x_2 + \dots + 2\sigma_{NN}x_N + \lambda = 0, \\ x_1 + x_2 + \dots + x_N = 1. \end{cases}$$

Тут λ – додаткова змінна (невідома величина), поява якої спричинена використанням методу Лагранжа.

Задача одержання бажаного (фіксованого) прибутку

Сутність задачі полягає у виборі такої структури ПЦП, щоб сподівана норма прибутку цього портфеля була не меншою від зафіксованого рівня M_c і його ризик при цьому був мінімальним. Формально цю задачу запишемо у вигляді таких співвідношень:

$$\begin{aligned}\sigma_{\Pi}^2 &\rightarrow \min_{x_1, \dots, x_N}; \\ M_{\Pi} = M(R_{\Pi}) &\geq M_c; \\ x_1 + x_2 + \dots + x_N &= 1; \\ x_k &\geq 0, \quad k=1, \dots, N.\end{aligned}$$

Розв'язок задачі зводиться до знаходження розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{llllll} 2\sigma_{11}x_1 + & 2\sigma_{12}x_2 + & \dots & + 2\sigma_{1N}x_N & + \lambda_1 & + m_1\lambda_2 & = 0, \\ 2\sigma_{21}x_1 + & 2\sigma_{22}x_2 + & \dots & + 2\sigma_{2N}x_N & + \lambda_1 & + m_2\lambda_2 & = 0, \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & 2\sigma_{N1}x_1 + & x_2 + & \dots & + 2\sigma_{NN}x_N & + \lambda_1 & + m_N\lambda_2 & = 0, \\ & x_1 + & x_2 + & \dots & + & x_N & & = 1, \\ M_1x_1 + & M_2x_2 + & \dots & + & M_Nx_N & & & = M_c. \end{array} \right.$$

де λ_1, λ_2 – додаткові змінні (невідомі величини), поява яких спричинена використанням методу Лагранжа.

Задача забезпечення приросту капіталу

Сутність її полягає у виборі такої структури ПЦП, щоб його ризик не перевищував заданого фіксованого рівня σ_c і при цьому досягалась максимальна за величиною сподівана норма прибутку. Формальна постановка задачі така:

$$\begin{aligned}M_{\Pi} &\rightarrow \max_{x_1, \dots, x_N}; \\ \sigma_{\Pi}^2 &\leq \sigma_c^2; \\ x_1 + x_2 + \dots + x_N &= 1; \\ x_k &\geq 0, \quad k=1, \dots, N.\end{aligned}$$

Розв'язання задачі зводиться до розв'язання системи нелінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_1(2\sigma_{11}x_1 + 2\sigma_{12}x_2 + \dots + 2\sigma_{1N}x_N) + \lambda_2 = -M_1, \\ \lambda_1(2\sigma_{21}x_1 + 2\sigma_{22}x_2 + \dots + 2\sigma_{2N}x_N) + \lambda_2 = -M_2, \\ \dots \qquad \qquad \dots \qquad \dots \qquad \dots \qquad \dots \qquad \dots \\ \lambda_1(2\sigma_{N1}x_1 + 2\sigma_{N2}x_2 + \dots + 2\sigma_{NN}x_N) + \lambda_2 = -M_N, \\ \qquad \qquad \qquad x_1 + \qquad \qquad x_2 + \qquad \dots + x_N \qquad \qquad \qquad = 1, \\ \qquad \qquad \qquad \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{kj} x_k x_j = \sigma_c^2. \end{array} \right.$$

7.2. Методичні вказівки до вирішення ризикових ситуацій

Приклад 7.1. На основі статистичних даних відома інформація щодо ціни акції виду K та суми дивідендів за останні 10 періодів (табл. 7.1).

Знайти норми прибутку й обчислити значення сподіваної норми прибутку для акції виду K .

Таблиця 7.1

Період	Ціна акції, грн	Дивіденд, грн
t	C_t	D_t
0	155	
1	160	4
2	165	3
3	150	5
4	164	4,5
5	160	5
6	170	6
7	175	4
8	164	4,5
9	180	3
10	175	4

Розв'язання. Відповідні розрахунки зі знаходження норм прибутків акції подамо в табл. 7.2.

Таблиця 7.2

Період	Ціна акції, грн	Дивіденд, грн	Приріст ціни, грн	Прибуток, грн	Норма прибутку, %
t	C_t	D_t	$C_t - C_{t-1}$	$C_t - C_{t-1} + D_t$	R_t
0	155				
1	160	4	5	9	5,81
2	165	3	5	8	5
3	150	5	-15	-10	-6,06
4	164	4,5	14	18,5	12,33
5	160	5	-4	1	0,61
6	170	6	10	16	10
7	175	4	5	9	5,29
8	164	4,5	-11	-6,5	-3,71
9	180	3	16	19	11,59
Сума					40,86

За допомогою отриманих даних знайдемо значення сподіваної норми прибутку для акції виду K :

$$M_K = \frac{1}{10} \cdot 40,86 = 4,086(\%).$$

Приклад 7.2. Портфель інвестора складається з двох видів акцій A та B . Здійснюють прогноз можливих значень норми прибутку R_A і R_B та відповідних значень імовірностей. Відповідні дані наведено в табл. 7.3.

Таблиця 7.3

Оцінка можливого результату	Прогнозовані норми прибутку акцій, %		Значення ймовірностей
	R_A	R_B	
Песимістична	30	40	0,4
Стримана	20	30	0,3
Оптимістична	10	20	0,3

Частка акцій виду A займає у портфелі 40%. Визначити сподівану норму прибутку портфеля та його ризик.

Розв'язання. Знайдемо сподівану норму прибутку акцій виду A :

$$M_A = 30 \cdot 0,4 + 20 \cdot 0,3 + 10 \cdot 0,3 = 21 \text{ \%}.$$

Аналогічно обчислимо сподівану норму прибутку акцій виду B :

$$M_B = 40 \cdot 0,4 + 30 \cdot 0,3 + 20 \cdot 0,3 = 31 \text{ \%}.$$

Використовуючи співвідношення $x_1 + x_2 = 1$, знайдемо частку акцій виду B у портфелі цінних паперів:

$$x_B = 1 - 0,4 = 0,6.$$

Обчислимо сподівану норму прибутку портфеля:

$$M_{\Pi} = 0,4 \cdot 21 + 0,6 \cdot 31 = 27 \text{ \%}.$$

Знайдемо величина ризику акцій виду A :

$$\sigma_A^2 = (30 - 21)^2 \cdot 0,4 + (20 - 21)^2 \cdot 0,3 + (10 - 21)^2 \cdot 0,3 = 69$$

$$\sigma_A \approx 8,307 \text{ \%}.$$

Величина ризику акцій виду B відповідно дорівнює:

$$\sigma_B^2 = (40 - 31)^2 \cdot 0,4 + (30 - 31)^2 \cdot 0,3 + (20 - 31)^2 \cdot 0,3 = 69$$

$$\sigma_B \approx 8,307 \text{ \%}.$$

Для знаходження величини ризику портфеля цінних паперів обчислимо перш за все коефіцієнт кореляції між акціями виду A та виду B :

$$\begin{aligned} \rho_{AB} = & \frac{0,4 \cdot (30 - 21) \cdot (40 - 31) + 0,3 \cdot (20 - 21) \cdot (30 - 31)}{8,307 \cdot 8,307} + \\ & + \frac{0,3 \cdot (10 - 21) \cdot (20 - 31)}{8,307 \cdot 8,307} \approx 1. \end{aligned}$$

Знайдемо величину ризику портфеля:

$$\sigma_{\Pi}^2 = 0,4^2 \cdot 69 + 0,6^2 \cdot 69 + 2 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot 8,307 \cdot 8,307 \cdot 1 = 69,003.$$

Величина ризику як середньоквадратичне відхилення портфеля цінних паперів дорівнює:

$$\sigma_{\Pi} = \sqrt{69,003} \approx 8,3\%.$$

Отже, сподівана норма прибутку портфеля, який складається з 40% акцій виду A та з 60% виду B , дорівнює 27%, а його ризик становить 8,3%.

Приклад 7.3. Інвестор хоче сформувати портфель з двох видів цінних паперів A та B , які мають норми прибутку $M_A = 65\%$ і $M_B = 45\%$ та ступені ризику відповідно $\sigma_A = 10\%$ і $\sigma_B = 15\%$. Коефіцієнт кореляції між нормами прибутку цих акцій становить $\rho_{A,B} = 0,4$. Знайти оптимальну структуру портфеля (x_A та x_B), обчислити норму прибутку та ризик такого портфеля.

Розв’язання. Оптимальну структуру портфеля можна відшукати за формулами:

$$x_A^* = \frac{\sigma_B^2 - \rho_{AB}\sigma_A\sigma_B}{\sigma_A^2 + \sigma_B^2 - 2\rho_{AB}\sigma_A\sigma_B} = \frac{15^2 - 0,4 \cdot 10 \cdot 15}{10^2 + 15^2 - 2 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 15} = 0,8;$$

$$x_B^* = 1 - 0,8 = 0,2.$$

Обчислимо сподівану норму прибутку портфеля цінних паперів:

$$M_{\Pi} = 0,8 \cdot 65 + 0,2 \cdot 45 = 61\%.$$

Визначимо величину ризику портфеля:

$$\sigma_{\Pi}^2 = 0,8^2 \cdot 10^2 + 0,2^2 \cdot 15^2 + 2 \cdot 0,8 \cdot 0,2 \cdot 10 \cdot 15 \cdot 0,4 = 92,2$$

$$\sigma_{\Pi} = \sqrt{92,2} \approx 9,6\%.$$

Отже, оптимальна структура портфеля 80% цінних паперів A та 20% цінних паперів B , норма прибутку – 61%, а ризик – 9,6%.

7.3. Завдання для самостійної роботи

Задача 7.1. Інвестор формує портфель цінних паперів з двох видів акцій. Сподівана норма прибутку акцій виду A рівна 25%, а їх ризик – 15%. Для акцій виду B сподівана норма прибутку рівна 40%, а ризик – 20%. Коефіцієнт кореляції між

нормами прибутку цих акцій становить $\rho_{A,B}=0,6$. Знайти оптимальну структуру портфеля (x_A та x_B), обчислити норму прибутку та ризик такого портфеля.

Задача 7.2. Сподівана норма прибутку акцій виду A_1 становить 40%, ризик цих акцій (середньоквадратичне відхилення) – 30%. Для акцій виду A_2 сподівана норма прибутку рівна 45%, а ризик – 20%. Коефіцієнт кореляції для цих акцій $\rho=0,5$. На основі цих акцій створюється портфель цінних паперів. Обчислити сподівану норму прибутку та ризик портфеля цінних паперів, якщо акції виду A_1 становлять 80% вартості портфеля.

Задача 7.3. Портфель інвестора складається з двох видів акцій – A та B . Здійснюють прогноз можливих значень норми прибутку $R(A)$ і $R(B)$ та відповідних значень імовірностей.

Таблиця 7.4

Оцінка можливого результату	Прогнозовані норми прибутку акцій, %		Значення ймовірностей
	$R(A)$	$R(B)$	
Песимістична	25	32	0,3
Стримана	15	27	0,5
Оптимістична	10	21	0,2

Визначити сподівану норму прибутку портфеля та його ризик.

Задача 7.4. Сподівані норми прибутку акцій виду A_1, A_2, A_3 та становлять відповідно 60%, 50%, 40%. Ризики цих акцій становлять 40%, 30%, 25%. Тісноту зв'язку між нормами прибутку цих акцій відображають коефіцієнти кореляції $\rho_{12}=0,2$; $\rho_{13}=0,3$; $\rho_{23}=0,5$. Сформувати ПЦП, сподівана норма прибутку якого становила б $M_c=50\%$, а ризик портфеля був би мінімальним.

Задача 7.5. Інвестор формує портфель цінних паперів з двох видів акцій. Сподівана норма прибутку акцій виду A складає 50%, а їх ризик – 25%, Для акцій виду B сподівана норма прибутку становить 30%, а ризик – 10%. Коефіцієнт кореляції між нормами прибутку цих акцій становить $\rho_{A,B}=1$. Знайти оптимальну структуру портфеля (x_A та x_B), обчислити норму прибутку та ризик такого портфеля.

Задача 7.6. Інвестор формує портфель, що складається з двох видів акцій – K і L , з можливими нормами прибутку $R_i(K)$ та $R_i(L)$, які залежать від п'яти можливих станів економіки ($i = \overline{1,5}$). Відповідні дані наведено в таблиці:

Таблиця 7.5

Стани економіки	Норма прибутку акцій, %		Значення ймовірностей
	$R_i(K)$	$R_i(L)$	
Значне піднесення	15	7	0,1
Незначне піднесення	21	10	0,1
Стагнація	17,5	9	0,2
Незначна рецесія	3	8	0,1
Значна рецесія	20	11,5	0,5

Визначити сподівану норму прибутку портфеля та його ризик.

Задача 7.7. На ринку цінних паперів акції виду A мають сподівану норму прибутку $M_A = 30\%$, а акції виду B відповідно – $M_B = 60\%$. Ступінь ризику акцій виду A оцінюють у розмірі $\sigma_A = 10\%$ і для акцій виду B відповідно – $\sigma_B = 15\%$. Коефіцієнт кореляції між нормами прибутку цих акцій $\rho_{AB} = 0,5$. Сформувати портфель з акцій виду A і акцій виду B з мінімальним ризиком, обчислити сподівану норму прибутку такого портфеля.

Задача 7.8. Сподівані норми прибутку акцій виду A_1 , A_2 та A_3 складають відповідно 6%, 5% та 7%. Ризики цих акцій становлять 4%, 3% та 5%. Тісноту зв'язку між нормами прибутку цих акцій відображають коефіцієнти кореляції $\rho_{12}=0,2$; $\rho_{13}=-0,3$; $\rho_{23}=-0,5$. Сформувати з цих акцій ПЦП, що має мінімальний ризик.

Задача 7.9. Результати спостережень за нормами прибутку акцій виду A_1 й A_2 протягом минулих 5 періодів подано в таблиці:

Таблиця 7.6

Період	Норма прибутку (%)	
	A_1	A_2
1	15	16
2	13	20
3	12	12
4	13	20
5	17	12

Проаналізувати ризикованість даних цінних паперів з погляду модифікованого коефіцієнта варіації ($M_F = 10$).

Задача 7.10. На основі статистичних даних відома інформація щодо ціни акції виду K і суми дивідендів за останні 10 періодів.

Таблиця 7.7

Період	Ціна акції, грн	Дивіденд, грн
0	165	
1	170	3,5
2	175	2,5
3	160	4,5
4	174	4
5	170	4,5
6	180	5,5
7	185	3,5
8	174	4
9	190	2,5
10	185	3,5

Знайти норми прибутку та обчислити значення сподіваної норми прибутку для акції виду K .

Задача 7.11. У портфель інвестора входять два види акцій A і B , що мають такі характеристики: норми прибутку відповідно $M_A = 70\%$, $M_B = 40\%$; ступені ризику відповідно становлять $\sigma_A = 15\%$, $\sigma_B = 20\%$; коефіцієнт кореляції між нормами прибутку цих акцій дорівнює $\rho_{A,B} = 0,65$. Знайти оптимальну структуру, сподівану норму прибутку та ризик такого портфеля.

Задача 7.12. Результати спостережень за нормами прибутку акцій виду A_1 й A_2 протягом минулих 5 періодів подано в табл.

Таблиця 7.8

Період	Норма прибутку (%)	
	A_1	A_2
1	20	26
2	3	24
3	17	22
4	15	25
5	27	42

Знайти структуру ПЦП, що має мінімальний ризик.

Задача 7.13. Два види акцій 1 та 2 мають такі характеристики: $M_1 = 15,5\%$, $M_2 = 35\%$; $\sigma_1 = 6\%$, $\sigma_2 = 12\%$; $\rho_{1,2} = 0,35$. Інвестор володіє капіталом у розмірі 20 000 грн, 8 000 грн з яких укладає у цінні папери другого виду. Знайти сподівану норму прибутку та ризик портфеля інвестора.

Задача 7.14. Маємо три різні звичайні акції A , B і C із відповідними нормами прибутку $M_A = 12\%$, $M_B = 14\%$ та $M_C = 15\%$ та ступенями $\sigma_A = 3\%$, $\sigma_B = 3,5\%$ та $\sigma_C = 4\%$. Коефіцієнт кореляції між нормами прибутку цих акцій $\rho_{AB} = 0,3$

, $\rho_{AC} = 0,6$ та $\rho_{BC} = 0,4$. Частки акцій у портфелі складають відповідно 40%, 25% і 35%. Обчислити норму прибутку і ризик такого портфеля.

Задача 7.15. Інвестор хоче сформувати портфель з двох видів цінних паперів – A і B , які мають норми прибутку $M_A = 5\%$, $M_B = 35\%$, та ступені ризику відповідно $\sigma_A = 2\%$, $\sigma_B = 15\%$. Коефіцієнт кореляції між нормами прибутку цих акцій $\rho_{A,B} = -1$. Знайти оптимальну структуру портфеля (x_A та x_B) й обчислити норму прибутку та ризик такого портфеля.

ТЕМА 8. МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКУ ТА ТЕОРІЯ ГРИ

8.1. Методичні вказівки до вивчення теми

Під **теорією гри** розуміють теорію математичних моделей та методів, пов'язаних з прийняттям раціональних рішень в умовах конфлікту та невизначеності.

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

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

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

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

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

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

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

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

і функція ризику визначається у вигляді:

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

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

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

і функція ризику визначається як

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

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

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

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

Критерій Байєса

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

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

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

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

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

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

Критерій Бернуллі–Лапласа

Критерій Бернуллі–Лапласа ґрунтується на застосуванні критерію Байєса та принципі недостатніх підстав для одержання оцінок апіорних імовірностей. Згідно з цим критерієм, коли $F = F^+$, оптимальне рішення

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

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

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

Критерій Вальда

Коли $F = F^+$, то оптимальне (безризикове) рішення x_{k_0} вибирається згідно з принципом *maxmin* (максиміну). Схема процесу прийняття оптимального рішення така: кожному рішенню $x_k \in X$ присвоюють, як показник, його гарантований рівень, який відповідає найменшій (за станами ЕС) компоненті відповідного вектора оцінювання $F_k^+ = \{f_{k1}^+; \dots; f_{kn}^+\}$. Тобто, згідно з критерієм Вальда, оптимальне рішення

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

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

Коли $F = F^-$, оптимальне рішення знаходиться за принципом *minmax* (мінімаксу), а саме:

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

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

Критерій мінімального ризику Севіджа

Початковим моментом для використання критерію Севіджа є перехід від функціоналу оцінювання $F^\pm$ до матриці ризику R^- . Тоді, за Севіджем, оптимальним слід вважати рішення:

$$x_{\kappa_o} : \tilde{r}_{\kappa_o}^- = \min_{x_{\kappa} \in X} \max_{\theta_j \in \Theta} r_{sj}^-.$$

Критерій Гурвіца

За критерієм Гурвіца, коли $F = F^+$, оптимальне рішення

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

де

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

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

У випадку $F = F^-$, оптимальне рішення

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

де

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

8.2. Методичні вказівки до вирішення ризикових ситуацій

Приклад 8.1. Дилер скуповує у селян гриби по 15\$ за кошик і продає у місті по 25\$. Протягом кожного з 40 днів «грибного сезону» він продавав різну кількість кошиків. Це зумовлено випадковістю попиту на цей товар. Дилер помітив, що попит обсягом 1 кошик спостерігався 4 дні, 2 кошики – 8 днів, 3 – 16 днів, 4 – 10, 5 – 2 дні.

Визначити оптимальний (із позиції отримання прибутку) вибір кількості кошиків, які він повинен закуповувати щодня.

Розв'язання. Для розв'язання проблеми, що постала перед дилером, попередньо побудуємо функціонал оцінювання. Тому як множину рішень (проектів) X вибираємо обсяг одноразової закупівлі грибів (кількість кошиків), як економічне середовище Θ – попит на цю продукцію.

Очевидно, що дилеру недоцільно купувати менше ніж один і більше ніж п'ять кошиків, а тому $X = \{x_1; x_2; x_3; x_4; x_5\}$, де x_i – це рішення про закупку i кошиків грибів, $i = 1, \dots, 5$.

Очевидно також, що множина станів ЕС (попит) теж складається з п'яти елементів: $\Theta = \{\theta_1; \theta_2; \theta_3; \theta_4; \theta_5\}$, де θ_i – це попит на i кошики грибів, $i = 1, \dots, 5$.

Побудову ФО здійснимо на основі таких міркувань. Якщо дилер придбав на один кошик більше, ніж продав протягом дня, то на цій операції він втрачає 15\$, оскільки прискіпливий покупець не придбає «вчорашні» гриби. Якщо він придбає на один кошик менше, ніж міг би придбати, то нічого не втрачає, оскільки всі збитки будуть відшкодовані. Але він міг би отримати більше, тому що додатково закуплений кошик дав би йому прибуток у 10\$ (він не використав свої можливості). Відповідні розрахунки заносимо в табл. 8.1.

Таблиця 8.1

Рішення (кількість закуплених кошиків)	Стани ЕС (попит у кошиках)				
	θ_1 (1 кошик)	θ_2 (2 кошики)	θ_3 (3 кошики)	θ_4 (4 кошики)	θ_5 (5 кошиків)
x_1 (1 кошик)	10	10	10	10	10
x_2 (2 кошики)	-5	20	20	20	20
x_3 (3 кошики)	-20	5	30	30	30
x_4 (4 кошики)	-35	-10	15	40	40
x_5 (5 кошиків)	-50	-25	0	25	50

Як розподіл імовірності станів ЕС можна використати відповідні відносні частоти настання цих випадкових подій:

$$p_1 = P(\Theta = \theta_1) \approx 4 / 40 = 0,1; \quad p_2 \approx 8 / 40 = 0,2; \quad p_3 \approx 16 / 40 = 0,4;$$

$$p_4 \approx 10 / 40 = 0,25; \quad p_5 \approx 2 / 40 = 0,05.$$

Знаходимо оцінки Байєса для відповідних рішень:

$$B_1^+ = B^+(x_1; P) = M(F_1^+) = 10 \cdot 0,1 + 10 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,4 +$$

$$+ 10 \cdot 0,25 + 10 \cdot 0,05 = 10;$$

$$B_2^+ = B^+(x_2; P) = M(F_2^+) = 17,5;$$

$$B_3^+ = B^+(x_3; P) = M(F_3^+) = 20;$$

$$B_4^+ = B^+(x_4; P) = M(F_4^+) = 12,5;$$

$$B_5^+ = B^+(x_5; P) = M(F_5^+) = -1,25.$$

Оскільки ФО має позитивний інгредієнт ($F = F^+$), то з урахуванням того, що

$$\max\{B_1^+; B_2^+; B_3^+; B_4^+; B_5^+\} = 20 = B_3^+,$$

оптимальне для дилера, згідно з критерієм Байєса, рішення x_3 – закупка 3 кошиків грибів.

Для застосування критерію *Бернуллі–Лапласа* будемо вважати, що ймовірність невідома. Тоді

$$\hat{p}_1 = \hat{p}_2 = \hat{p}_3 = \hat{p}_4 = \hat{p}_5 = \frac{1}{5}.$$

$$B_1^+(x_1; \bar{P}) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n f_{1j}^+ = \frac{1}{5}(10 + 10 + 10 + 10 + 10) = 10;$$

$$B_2^+ = 15; \quad B_3^+ = 15; \quad B_4^+ = 10; \quad B_5^+ = 0.$$

Оскільки ФО має позитивний інгредієнт ($F = F^+$), то з урахуванням того, що

$$\max\{B_1^+; B_2^+; B_3^+; B_4^+; B_5^+\} = 15 = B_2^+ = B_3^+,$$

оптимальне для дилера, згідно з критерієм Бернуллі–Лапласа, рішення x_2 або x_3 – закупка 2 або 3 кошиків грибів.

У випадку використання критерію Вальда як критерію оптимальності та враховуючи, що $F = F^+$, отримуємо:

$$\tilde{f}_1^+ = \min_{\theta_j \in \Theta} f_{1j}^+ = \min(10; 10; 10; 10; 10) = 10;$$

$$\tilde{f}_2^+ = \min(-5; 20; 20; 20; 20) = -5;$$

$$\tilde{f}_3^+ = -20; \quad \tilde{f}_4^+ = -35; \quad \tilde{f}_5^+ = -50.$$

Оскільки $\max_{x_k \in X} \tilde{f}_{kj}^+ = \max(10; -5; -20; -35; -50) = 10$, то гарантований рівень прибутку для дилера становить величина $\tilde{f}_{k_0}^+ = 40(\$)$, і цей результат досягається при прийнятті ним рішення $x_{k_0} = x_1$ (1 кошик).

Щоб скористатися критерієм Севіджа, необхідно перейти до матриці невикористаних можливостей.

Оскільки ФО має позитивний інгредієнт

$$\ell^{\max}(\theta_1) = \max\{10; -5; -20; -35; -50\} = 10,$$

то отримуємо:

$$r_{11}^- = \ell^{\max}(\theta_1) - f_{11} = 10 - 10 = 0;$$

$$r_{21}^- = 10 - (-5) = 15; \quad r_{31}^- = 10 - (-20) = 30;$$

$$r_{41}^- = 10 - (-35) = 45; \quad r_{51}^- = 10 - (-50) = 60.$$

Враховуючи, що $\ell^{\max}(\theta_2) = 20$; $\ell^{\max}(\theta_3) = 30$; $\ell^{\max}(\theta_4) = 40$; $\ell^{\max}(\theta_5) = 50$, за допомогою аналогічних перетворень отримуємо решту стовпців матриці R :

$$R = R^- = \begin{array}{c|ccccc} & \theta_1 & \theta_2 & \theta_3 & \theta_4 & \theta_5 \\ \hline x_1 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 \\ x_2 & 15 & 0 & 10 & 20 & 30 \\ x_3 & 30 & 15 & 0 & 10 & 20 \\ x_4 & 45 & 30 & 15 & 0 & 10 \\ x_5 & 60 & 45 & 30 & 15 & 0 \end{array}.$$

Тоді

$$r_1 = \max_{\theta_j \in \Theta} r_{kj}^- = \max(0; 10; 20; 30; 40) = 40;$$

$$r_2 = 30; \quad r_3 = 30; \quad r_4 = 45; \quad r_5 = 60.$$

Оскільки $\min_{x_k \in X} r_{kj} = \min(40; 30; 30; 45; 60) = 30$, оптимальне для дилера рішення x_2 або x_3 – закупка 2 або 3 кошиків грибів.

8.3. Завдання для самостійної роботи

Задача 8.1. Фермер планує засіяти взятую ним в оренду на короткий період (до 3-х років) земельну площу однією із сільськогосподарських культур: житом, вівсом, пшеницею або гречкою. Оцінивши стан ґрунту цієї площі, фермер дійшов висновку, що отримання прибутку буде залежати більшою мірою від погодних умов і закупівельних цін.

Запланований прибуток у млн грн і фактори, які на нього впливають, наведено в таблиці.

Таблиця 8.2

№ п/ п	Ціни, погодні умови	Високі закуп. ціни та сприятли ві погодні умови	Високі закуп. ціни та несприят ливі погодні умови	Низькі закуп. ціни та сприятли ві погодні умови	Низькі закуп. ціни та несприят ливі погодні умови
	Культура				
1.	Жито	15	10	9	7
2.	Овес	19	13	8	6
3.	Пшениця	20	12	12	4
4.	Гречка	21	15	10	4

Вибрати оптимальний варіант, якщо:

- а) відомий розподіл імовірностей $P = \{P(\theta_1); P(\theta_2); P(\theta_3); P(\theta_4)\} = \{0,2; 0,2; 0,3; 0,3\}$;
- б) розподіл імовірностей невідомий, але відомо, що $P(\theta_3) > P(\theta_2) > P(\theta_1) > P(\theta_4)$;
- в) розподіл імовірностей невідомий;
- г) відомо, що на ринку сільгосппродукції наявна гостра конкуренція.

Задача 8.2. Нехай функціонал оцінювання відображає обсяги виручки, що її може отримати банк від реалізації акцій чотирьох компаній залежно від станів економічного середовища (у млн грн).

Таблиця 8.3

Варіант рішення	Стани економічного середовища		
	θ_1	θ_2	θ_3
x_1	6,0	6,2	5,5
x_2	7,5	7,1	7,0
x_3	7,4	7,5	8,0
x_4	7,0	5,8	6,0

Відомо, що стани економічного середовища можуть реалізуватися відповідно до ймовірностей: $p_1=0,3$; $p_2=0,5$; $p_3=0,2$.

Оберіть оптимальне рішення згідно з критеріями:

- а) мінімальної семіваріації;
- б) мінімального коефіцієнта семіваріації.

Задача 8.3. Виходячи з умови задачі 7.2, а також враховуючи, що ймовірності станів економічного середовища задовольняють умови $p_2 > p_1 + p_3$; $p_3 > p_1$, знайдіть оптимальне рішення, виходячи з критеріїв:

- а) мінімальної дисперсії;
- б) мінімального коефіцієнта варіації.

Задача 8.4. Нехай функціонал оцінювання відображає обсяги виручки, що її може отримати банк від реалізації акцій чотирьох компаній залежно від станів економічного середовища (у млн грн).

Відомо, що стани економічного середовища можуть реалізуватися відповідно до ймовірностей: $p_1=0,1$; $p_2=0,3$; $p_3=0,4$, $p_4=0,15$; $p_5=0,05$.

Виберіть оптимальне рішення за допомогою критеріїв:

- а) Байєса;
- б) критерію мінімального сподіваного значення несприятливих відхилень.

Таблиця 8.4

Варіант рішення	Стани економічного середовища				
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5
x_1	6,0	6,2	5,5	5,4	5,0
x_2	7,5	7,1	7,0	6,8	6,0
x_3	7,4	7,5	8,0	7,7	5,0
x_4	7,0	5,8	6,0	6,2	6,4

Задача 8.5. Власник автозаправної станції прийняв рішення про надання додаткових послуг своїм клієнтам. Певну суму грошових коштів він може витратити на організацію:

- продажу засобів догляду за автомобілем (x_1);
- продажу дрібних запчастин до автомобіля (x_2);
- продажу газетно – журнальної продукції (x_3);

Рішення власника залежить від попиту на ті чи інші товари, який може характеризуватися станом:

- попит на засоби догляду за автомобілем перевищує попит на запчастини і попит на газети та журнали (θ_1);
- з трьох названих груп товарів переважає попит на запчастини (θ_2);
- найбільший попит на газетно – журнальну продукцію (θ_3);

Виходячи зі свого досвіду, власник склав таблицю можливих прибутків залежно від можливого стану попиту на той чи інший товар.

Таблиця 8.5

Варіанти рішення	Варіанти попиту		
	θ_1	θ_2	θ_3
x_1	6,0	3,5	0,5
x_2	6,5	7	4,0
x_3	3,5	3,5	8,5

Обрати стратегію розвитку для АЗС.

Задача 8.6. Використавши дані задачі 8.5, знайти оптимальне рішення за критеріями, що відповідають першій інформаційній ситуації, якщо власнику автозаправної станції відомі оцінки ймовірностей можливих станів економічного середовища (попиту):

$$P(\theta_1) = 0,2 ; P(\theta_2) = 0,4 ; P(\theta_3) = 0,4.$$

Задача 8.7. У зв'язку з переходом заводу на виготовлення нового виду продукції спеціалісти розробили п'ять варіантів рішень. Стан економічного середовища визначається рівнем забезпеченості матеріальними ресурсами. Спеціалісти виділяють три різні стани. Варіанти прибутку, що залежать від пари «рішення – стан економічного середовища» наведені в таблиці (тис грн).

Таблиця 8.6

Варіанти рішення	Стан економічного середовища		
	θ_1	θ_2	θ_3
x_1	2,5	3,5	4,0
x_2	1,5	2,0	3,5
x_3	3,5	8,0	2,5
x_4	7,5	1,5	3,5
x_5	8,5	1,5	4,0

Знайти варіант, який буде оптимальним для заводу з погляду мінімуму ризику невикористаних можливостей.

Задача 8.8. Вибір фірми, що здатна стати партнером у сумісному підприємстві для машинобудівного підприємства, пов'язаний, насамперед, з визначенням технічних можливостей співробітництва. Відсутність у вітчизняного підприємства значних фінансових резервів у ВКВ зумовлює необхідність залучення зарубіжних партнерів, що є метою створення виробництва, яке стане конкурентоспроможним на зовнішньому ринку, або такого, що замінює імпорт за умови повної валютної

самоокупності. Керівництво підприємства повинно зробити вибір однієї з пропозицій зарубіжних фірм:

x_1 – фірма – партнер пропонує все основне технологічне обладнання (станки, преси тощо);

x_2 – компанія надає право на промислову власність (торгову марку і ліцензії);

x_3 – фірма передає інструменти, додаткове обладнання, «ноу - хау»;

x_4 – компанія бере участь тільки в наданні грошових засобів у ВКВ.

На продукцію підприємства може бути: великий попит; середній попит; низький попит.

Виходячи з цього, керівництву підприємства була надана матриця прибутків (тис. дол.):

$$F = \begin{pmatrix} 45 & 32 & 16 \\ 15 & 8 & 10 \\ 20 & 18 & 14 \\ 30 & 23 & 7 \end{pmatrix}.$$

Керівництво підприємства цікавить така пропозиція зарубіжних фірм, яка дає можливість отримати як максимальний сподіваний прибуток, так і мати мінімальний ризик. Знайти компромісне рішення, скориставшись модифікованим критерієм, побудувати ламану, що відповідає оптимальному рішенням при $\lambda \in [0;1]$.

Задача 8.9. Відділ маркетингу інноваційної фірми розробляє систему просування нового товару. Була розрахована матриця сподіваних доходів фірми за умов використання різних систем просування товару $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ при таких прогнозах ситуацій на ринку аналогічних товарів: θ_1 – попит перебільшує пропозицію; θ_2 – пропозиція перебільшує попит; θ_3 – попит збігається з пропозицією; θ_4 – попит на товари досить низький.

Імовірності настання таких ситуацій на ринку невідомі, але прогнозується, що конкуренції на ринку не буде. Матриця сподіваних доходів така:

$$F = \begin{pmatrix} 6 & 7 & 8 & 2 \\ 4 & 3 & 5 & 4 \\ 8 & 3 & 4 & 3 \\ 5 & 9 & 3 & 2 \\ 7 & 4 & 6 & 4 \end{pmatrix}.$$

Вибрати оптимальну систему просування товарів, що забезпечує фірмі:

- а) максимальний дохід від продажу товарів;
- б) мінімальний ризик.

Задача 8.10. Приватна крамниця має 1000 одиниць нерозпроданих товарів літнього сезону. Попит на товар коливається залежно від стану економічного середовища, причому θ_1 – висока еластичність попиту, θ_2 – низька еластичність попиту. Власник крамниці оцінює три варіанти рішень: x_1 – знизити ціну на 20%, x_2 – знизити на 30%, x_3 – на 40%.

За високої цінової еластичності зниження ціни на 20% дає змогу продати 700 одиниць товару, на 30% – 800 одиниць, на 40% – 900 одиниць; а за низької, знизивши ціну на 20%, сподіваються продати 400 од., на 30% – 500 од., на 40% – 600 од.

Собівартість товару становить 30\$ за од., середня ціна (до її зниження) – 50\$. Еластичність попиту залежить від характеру літа: ξ_1 – жарке літо, ξ_2 – холодне літо. Різниця між собівартістю нерозпроданих товарів і виручкою, одержаної після продажу їх за зниженими цінами, утворює функціонал збитків.

Експерти визначили ймовірності:

- 1) настання жаркого літа – 0,6, настання холодного літа – 0,4;
- 2) еластичності попиту на цей товар у наступному сезоні залежно від характеру літа:

$P(\theta_1 / \xi_1) = 0,7$; $P(\theta_2 / \xi_1) = 0,3$; $P(\theta_1 / \xi_2) = 0,4$; $P(\theta_2 / \xi_2) = 0,6$;

Який із варіантів зниження ціни повинен вибирати власник крамниці, щоб збитки були мінімальними?

Задача 8.11. Підприємство випускає продукцію партіями фіксованого розміру. Через випадкові збої у виробничому процесі можливий випуск партій з недопустимо високим відсотком бракованої продукції. Визначено стани економічного середовища: партія виробів придатна; партія виробів непридатна.

Вважається, що браковані вироби у придатній партії становлять 3%, а в непридатній – 10%. Проведені розрахунки показують, що ймовірність виготовлення браку дорівнює 0,1. Підприємство відправляє партії товарів двом споживачам: А та В.

Контрактом обумовлено, що відсоток бракованої продукції, яка відправляється споживачам А та В, не повинен перевищувати, відповідно, 4% та 8%. За один відсоток перевищення встановлених меж передбачається штраф обсягом 5.000\$. Водночас виробництво партії товарів вищої якості збільшує затрати підприємства на 4.000\$ за кожен відсоток.

Керівництво підприємства розглядає два варіанти рішень (дві альтернативи): відправити партію товарів споживачеві А; відправити цю партію споживачеві В.

Підприємець вирішив перевірити три вироби з готової партії. У результаті перевірки виявилось, що серед узятих на перевірку трьох виробів придатних два, а непридатних – один.

Кому зі споживачів – А чи В – підприємцеві доцільно відправити цю партію продукції?

Задача 8.12. При переході на випуск нових видів продукції опрацьовані три варіанти рішення $x = \{x_1, x_2, x_3\}$. Результати вибору залежать від невизначеного економічного середовища (від ціни на електроенергію та газ), яке може набувати чотири стани: $\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4\}$. Відомий також функціонал оцінювання, що являє собою затрати на виробництво продукції (тис. грн):

$$F = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 5 & 6 \\ 1 & 3 & 9 & 5 \\ 4 & 1 & 8 & 4 \end{pmatrix}.$$

Відомі також імовірності станів економічного середовища:
 $P(\theta_1) = 0,2$; $P(\theta_2) = 0,3$; $P(\theta_3) = 0,25$; $P(\theta_4) = 0,25$.

Відшукати оптимальне рішення згідно з критеріями: Ходжеса – Лемана, модифікованими та Гурвіца.

Задача 8.13. При переході на випуск нових видів продукції опрацьовані три варіанти рішення $x = \{x_1, x_2, x_3\}$. Результати вибору залежать від невизначеного економічного середовища (від ціни на електроенергію та газ), яке може набувати чотири стани: $\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4\}$.

Відомий функціонал оцінювання, що являє собою матрицю прибутків від виробництва продукції (млрд грн):

$$F = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 5 & 6 \\ 1 & 3 & 9 & 5 \\ 4 & 1 & 8 & 4 \end{pmatrix}.$$

Група експертів вважає, що поведінка економічного середовища оптимально враховується зваженою комбінацією найкращого (з коефіцієнтом 0,4) та найгіршого (з коефіцієнтом 0,6).

Знайти оптимальне рішення.

Задача 8.14. Фірма ставить за мету вихід на міжнародний ринок зі своєю продукцією. Її фахівцями опрацьовано три варіанти рішень $\{x_1, x_2, x_3\}$ щодо випуску продукції. Установлено, що рішення залежить від попиту, який може бути чотирьох варіантів: $\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4\}$ Обчислено функціонал оцінювання (прибуток у млн грн):

$$F = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 5 & 6 \\ 2 & 4 & 9 & 5 \\ 4 & 2 & 8 & 4 \end{pmatrix}.$$

Відомі також ймовірності станів економічного середовища:

$$P(\theta_1) = 0,1; P(\theta_2) = 0,2; P(\theta_3) = 0,3; P(\theta_4) = 0,4.$$

Водночас керівництво фірми впевнене, що зіткнеться з конкурентами, і вважає за потрібне врахувати вплив конкуренції з вагою $\lambda = 0,6$.

Вибрати оптимальне рішення.

Задача 8.15. Фірма ставить за мету вихід на міжнародний ринок зі своєю продукцією. Її фахівцями опрацьовано три варіанти рішень $\{x_1, x_2, x_3\}$ щодо випуску продукції. Побудовано функціонал оцінювання (прибуток у млн грн):

$$F = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 5 & 6 \\ 1 & 3 & 9 & 5 \\ 4 & 1 & 8 & 4 \end{pmatrix}.$$

Фахівці фірми також вважають, що для ймовірностей станів економічного середовища справедливі співвідношення:

$$P(\theta_1) \geq P(\theta_2) + P(\theta_3) + P(\theta_4);$$

$$P(\theta_2) \geq P(\theta_3) + P(\theta_4); P(\theta_3) \geq P(\theta_4)$$

За знайденими оцінками ймовірностей станів економічного середовища знайти оптимальне рішення.

Список рекомендованої літератури

1. Вітлінський В.В., Маханець Л.Л. Ризикологія в зовнішньоекономічній діяльності. Навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2008. 432 с.
2. Фень К.С., Скляр Є.В. Чикуркова А.Д. Механізм формування і зміцнення економічної безпеки підприємств харчової промисловості: монографія. Чернівці: Яворський С.Н., 2019, 250 с.
3. Makhanets L. Estimating the impact of the country's financial stability on foreign direct investment inflows. *SWorld Journal*. 2023. 1(17-01). P. 86–92.
4. Makhanets L. Forecasting the Budget Deficit as a Method of Ensuring the Financial Security of the State. *European Journal of Sustainable Development*. 2025. 14(2). P. 193.

Критерії оцінювання завдань з дисципліни

Написання есе (3 бали)

✓ Зміст і глибина (1 бал)

1 – тема розкрита повно, з чітким розумінням концепцій ризиків, їх класифікації та управління. Використано релевантні приклади.

0,5 – тема розкрита частково, є поверхневий аналіз або незначні неточності.

0 – тема не розкрита, бракує розуміння або приклади нерелевантні.

✓ Структура та логіка (1 бал)

1 – чітка структура (вступ, основна частина, висновки), логічна послідовність, плавні переходи між ідеями.

0,5 – структура наявна, але є недоліки в логіці.

0 – відсутня структура, думки хаотичні.

✓ Мова та стиль (1 бал)

1 – грамотна мова, коректна термінологія, академічний стиль, відсутність помилок.

0,5 – незначні мовні або стилістичні помилки, термінологія частково правильна.

0 – Численні помилки, невідповідний стиль або термінологія.

Захист есе (2 бали)

✓ Презентація змісту (1 бал)

1 – чітке, впевнене викладення основних ідей, відповідність змісту есе, переконливі аргументи.

0,5 – часткове пояснення, є неточності або недостатня впевненість.

0 – незрозуміле викладення, суперечність есе або відсутність аргументації.

✓ Відповіді на запитання (1 бал)

1 – точні, обґрунтовані відповіді, демонстрація глибокого розуміння теми.

0,5 – частково правильні відповіді, бракує глибини чи чіткості.

0 – неправильні або відсутні відповіді, брак розуміння теми.

Загальна оцінка: Сума балів за написання (0–3) та захист (0–2). Максимум – 5 балів.

Практична ситуація (10 балів) вимагає аналізу конкретної ситуації та пропозиції рішення або виконання розрахункового завдання на основі знань курсу. Студент має продемонструвати аналітичне мислення, застосування теоретичних знань і практичний підхід.

Критерії оцінювання

Критерій	Опис	Бали
Розуміння ситуації	Точне визначення проблеми та контексту ситуації	0-3
Застосування теорії	Використання понять і методів курсу для аналізу та вирішення	0-2
Пропозиція рішення	Чітке, обґрунтоване рішення, що відповідає ситуації	0-5

10 балів – студент точно описує проблему, застосовує відповідні концепції курсу, пропонує чітке та реалістичне рішення, відповідь структурована.

8 балів – проблема зрозуміла, але є незначні неточності в застосуванні теорії або рішенні.

5-7 бали – проблема частково зрозуміла, теорія застосована поверхово, рішення слабо обґрунтоване.

1-4 бали – проблема неправильно визначена, теорія застосована мінімально, рішення нереалістичне.

0 – відповідь не відповідає ситуації, теорія не застосована, рішення відсутнє.

Ситуаційне завдання з ризикології (10 балів) є короткою задачею, що перевіряє знання одного з інноваційних видів маркетингу та його застосування в контексті комерціалізації інновацій. Студенти повинні проаналізувати ситуацію та запропонувати рішення, використовуючи відповідні концепції курсу. Оцінювання базується на трьох компонентах: розуміння ситуації, застосування теорії, якість рішення.

10 балів – проблема чітко визначена, теорія правильно застосована з прикладами, рішення конкретне.

8-9 бали – незначні недоліки: неточність у проблемі, слабка деталізація, менш конкретне рішення та незначні прогалини в логіці.

Критерії оцінювання ситуаційної задачі

Критерій	Опис	Бали
Розуміння ситуації	Точне визначення проблеми та контексту ситуації, правильне виділення ключових елементів	0-2
Застосування теорії	Використання понять відповідного виду маркетингу	0-2
Рішення та логіка	Чітке, оригінальне, реалістичне та обґрунтоване рішення, що відповідає ситуації та виду маркетингу	0-6

6-7 бали – поверховий аналіз, часткове застосування теорії, загальне рішення та слабка структура.

5-4 бали – неправильне розуміння, мінімальна теорія, неконкретне рішення, хаотична структура.

3-1 бал – проблема не визначена, теорія майже відсутня, рішення нерелевантне, структура відсутня.

0 балів – відповідь не відповідає темі, рішення відсутнє, теорія не застосована.

[illegible]

Навчальне видання

Маханець Любов Леонідівна
Фень Катерина Сергіївна
Скращук Лариса Вікторівна

РИЗИК В ЕКОНОМІЦІ ТА МАРКЕТИНГУ

Практикум

Літературне редагування *О.В. Колодій*

Технічна редакторка
та дизайн обкладинки *О.М. Кудрінська*

Підписано до друку 18.11.2025. Формат 60х84/16.

Папір офсетний. Друк цифровий.

Ум.-друк. арк. 5,0. Обл.-вид. арк. 5,4. Зам. Н-081.

Видавництво та друкарня Чернівецького національного
університету імені Юрія Федьковича 58002,

Чернівці, вул. Коцюбинського, 2

e-mail: ruta@chnu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 819 від 08.04.2002 р.