

Міністерство освіти та науки України  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
Навчально-науковий інститут менеджменту, харчових  
технологій і торгівлі  
Кафедра підприємництва і торгівлі

### ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Методичні вказівки до практичних занять  
для здобувачів першого рівня вищої освіти «бакалавр»  
спеціальності 076 «Підприємництво і торгівля»  
за освітньо-професійною програмою «Підприємництво, торгівля і біржова  
діяльність» всіх форм навчання

ЗАТВЕРДЖЕНО:  
на засіданні кафедри  
підприємництва і торгівлі  
Протокол №7 від 08.06.2023 р.

Чернігів 2023

Прийняття управлінських рішень. Методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого рівня вищої освіти «бакалавр» спеціальності 076 «Підприємництво і торгівля» за освітньо-професійною програмою «Підприємництво, торгівля і біржова діяльність» всіх форм навчання/ Укладачі: Іванова Н.В., Коваль К.П. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – 82 с.

Укладачі: ІВАНОВА НАТАЛІЯ ВОЛОДИМИРІВНА, доктор економічних наук, професор

КОВАЛЬ КРИСТІНА ПАВЛІВНА, доктор філософії, асистент

Відповідальний за видання: ІВАНОВА НАТАЛІЯ ВОЛОДИМИРІВНА  
завідувачка кафедри підприємництва і торгівлі,  
доктор економічних наук, професор

Рецензент: ПОПЕЛО ОЛЬГА ВОЛОДИМИРІВНА, доктор економічних наук,  
доцент, доцент кафедри менеджменту та державної служби Національного  
університету «Чернігівська політехніка»

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	4
<b>ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1.</b> Прийняття рішень методом Декарта	5
<b>ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2.</b> Використання експертних оцінок при прийнятті інтуїтивних рішень	8
<b>ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3.</b> Використання “дерева рішень” в процесі прийняття управлінських рішень	21
<b>ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4.</b> Прийняття рішень в умовах невизначеності	34
<b>ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5.</b> Прийняття рішень в умовах ризику	51
<b>ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6.</b> Метод аналізу ієрархій	59
Рекомендована література	70
Додаток А	72
Додаток Б	73
Додаток В	74
Додаток Г	75
Додаток Д	79

## ВСТУП

Кожне підприємство визначає певні цілі своєї діяльності. Ефективне досягнення поставленої мети можливе лише внаслідок прийняття таких управлінських рішень, які розроблені якісно, є оптимальними, обґрунтованими та послідовно реалізуються.

Звідси випливає необхідність розуміння сутності категорії «управлінське рішення», вивчення основних правил, прийомів та наукових методів їх прийняття.

Практичні роботи з курсу „Прийняття управлінських рішень” є складовою частиною навчального комплексу дисципліни.

Метою практичних робіт є закріплення теоретичних знань, набутих здобувачами вищої освіти на лекціях і у процесі самостійної підготовки.

Тематика практичних робіт дозволяє проводити заняття відповідно до профілю обов'язкового блоку та кількості навчальних годин, передбачених освітньо-професійною програмою «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність».

Опис кожної практичної роботи вміщує тему, мету, теоретичне пояснення з теми, методичні вказівки до виконання, конкретні завдання для здобувачів.

Головними завданнями курсу:

- вивчення методів забезпечення якості управлінського рішення, що приймається в умовах невизначеності зовнішнього та внутрішнього середовища з урахуванням факторів невизначеності ситуацій і ризику інвестицій, які вкладаються;
- вивчення факторів (економічних законів, наукових підходів тощо), які впливають на ефективність і конкурентоспроможність;
- вивчення технології розробки, прийняття, реалізації та мотивації управлінського рішення;
- вивчення методів аналізу, прогнозування, оптимізації та економічного обґрунтування управлінського рішення в рамках системи менеджменту;
- розвиток практичних вмінь і навичок у застосуванні методичних положень щодо розробки управлінських рішень за допомогою вирішення конкретних ситуацій, рішення практичних завдань управлінських проблем;
- закріплення одержаних знань з метою використання їх на практиці після закінчення навчання.

Підготовленість здобувачів вищої освіти до кожного заняття із загальнотеоретичних питань контролюється викладачем шляхом усного або письмового опитування.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1

### Прийняття рішень методом Декарта

*Мета практичного заняття:* засвоїти методику прийняття рішень методом Декарта.

#### *Теоретичні відомості*

Кожен з нас постійно стикається з необхідністю прийняття рішень. Ми вирішуємо, чим зайнятися ввечері, куди піти завтра після роботи або навчання, яку спеціальність обрати, з ким створювати сім'ю і т.і.

І якщо прості рішення даються нам відносно легко, то з серйозними виникають певні складнощі. Щоб приймати найбільш виважені рішення в будь-якій ситуації, рекомендується використовувати спеціальну техніку прийняття рішень.

Видатний французький філософ, математик і вчений Рене Декарт запропонував унікальну методику для прийняття правильного рішення незалежно від його складності. Цей метод так і назвали: Квадрат Декарта.

Його сутність, як і все геніальне, надзвичайно проста. Перш за все слід намалювати цей самий квадрат Декарта на аркуші паперу. Зробити це зовсім нескладно: просто розкресліть аркуш на чотири частини.

Коли художню частину роботи закінчено, можна переходити до безпосередньої техніки прийняття рішення. Для цього необхідно дати відповідь на 4 питання (рис. 1.1).

#### **Приклад використання квадрата Декарта (рис. 1.2)**

Для того щоб зрозуміти, як працює дана техніка, наведемо приклад людини, яка прагне влаштуватися на нову роботу.

Щоб ухвалити рішення щодо того, чи варто змінювати звичну і добре знайому роботу на щось нове і непередбачуване, слід відповісти на вже знайомі нам запитання, яких всього чотири.

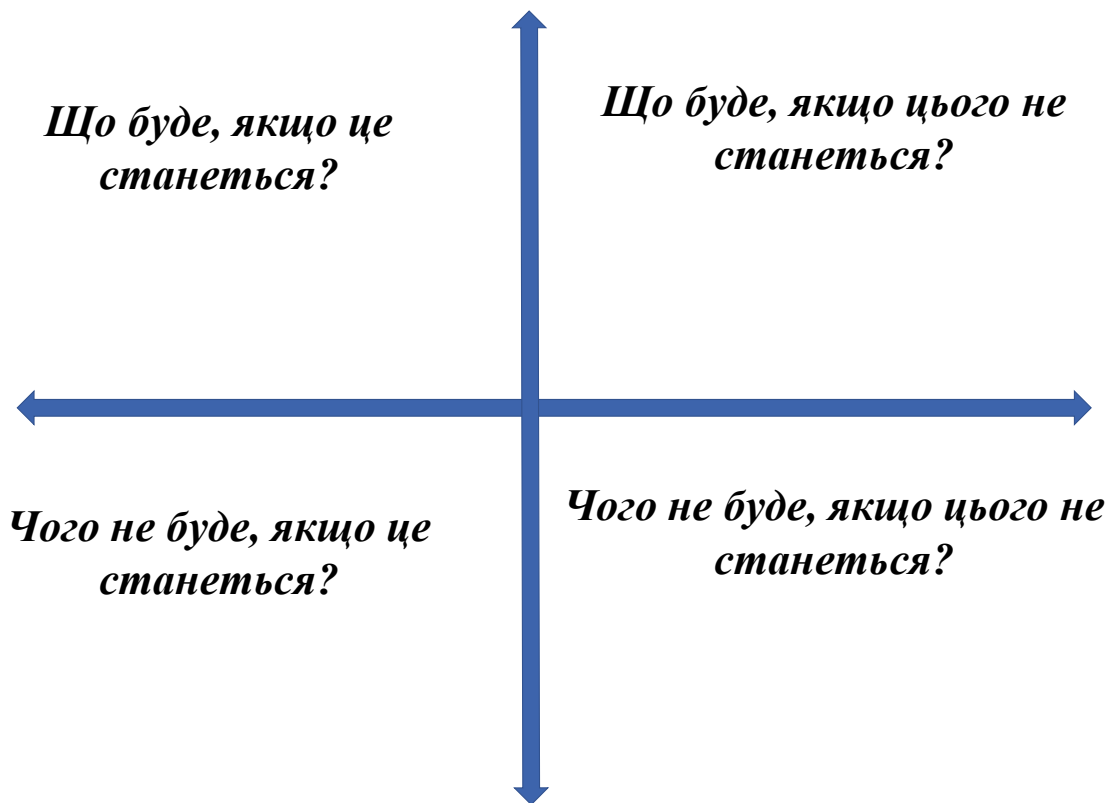


Рис. 1.1. Квадрат Декарта



Рис. 1.2. Приклад застосування квадрата Декарта

## **Метод прийняття рішень**

Пам'ятайте, що всі відповіді слід записувати на папері, щоб потім правильно прийняти рішення. До того ж, заповнювати квадрат Декарта можна не самому, а, наприклад, усією родиною, якщо ви вирішуєте сімейні питання.

Слід також зазначити, що відповідаючи на питання конкретного сектора, варто намагатися повністю абстрагуватися від усіх інших думок. Також не потрібно дивитися на питання з інших частин квадрата Декарта, щоб вони вас не відволікали.

Якщо ви думаєте над питанням «Чого не буде, якщо це станеться?», думайте тільки про це, причому як з позитивного, так і з негативного боку, і все, як є, пишiть у відповідний блок.

І тільки коли у вас повністю закінчаться відповіді на це питання, переходьте до наступного блоку.

### **Як прийняти рішення за допомогою квадрата Декарта**

Прийняти рішення за допомогою квадрата Декарта дуже просто. Перечитайте свої відповіді у всіх секторах, і біля кожного позитивного аргументу поставте плюс, а біля кожного негативного – мінус.

Потім порахуйте кількість плюсів і мінусів і... робіть те, до чого спонукає совість.

### ***Постановка індивідуального завдання***

**Завдання 1** Створити презентацію за методом Декарта, як вирішення індивідуальної ситуації. Обов'язково навести висновки - яке рішення ви прийняли.

**Завдання 2** Навести ланцюг рішень (10-15), які послідовно приймаються під час вирішення проблеми.

Вихідні дані наведено у додатку А, індивідуальний варіант обирається згідно з порядковим номером здобувача у списку академічної групи.

### ***Порядок виконання роботи***

Ознайомитися з теоретичними відомостями за темою практичного заняття.

Виконати індивідуальний варіант за наведеним прикладом практичного завдання.

Виконані практичні завдання мають бути оформлені у вигляді презентацій. Максимальний обсяг презентації по завданнях 1 і 2 - 4-5 слайдів.

При підготовці до захисту здобувачі використовують не лише дані методичні вказівки, але й конспект лекцій та рекомендовану навчальну літературу за темою. Під час захисту здобувач обґрунтовує вирішення індивідуальної ситуації, робить висновки та відповідає на контрольні запитання.

### ***Контрольні запитання***

1. Дати визначення поняття «рішення».
2. Охарактеризувати основні елементи рішення.
3. Класифікувати типи проблем за Г. Саймоном.
4. Дати визначення поняття «альтернатива».
5. Дати визначення поняття «критерій».
6. Охарактеризувати основні принципи, дотримання яких забезпечує якість та результативність прийнятих рішень.
7. Дати визначення оптимальності управлінського рішення.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2**

### **Використання експертних оцінок при прийнятті інтуїтивних рішень**

***Мета практичного заняття:*** засвоїти методику прийняття рішень на основі експертних оцінок.

### ***Теоретичні відомості***

У підприємстві прийняття рішень доволі часто здійснюють шляхом використання експертних оцінок. Дана група методів припускає урахування суб'єктивної думки експертів про поточний стан справ та наслідки його в майбутньому. Для експертних оцінок характерне прийняття рішень на основі як раціональних доводів, так й інтуїтивного знання.



В якості експертів залучають керівний склад підприємства, технічних та економічних фахівців, торговельний персонал, дилерів, консультантів з маркетингу. При вирішенні проблем нестандартних, наприклад, у нестабільних умовах, повинні брати участь експерти високої кваліфікації. Висновки, зроблені «середніми» (недостатньо досвідченими) експертами, здебільшого засновані на традиційних, звичних оцінках. У ситуації невизначеності та нестійкості вони можуть бути помилковими. Висококваліфіковані фахівці оцінюють приховані фактори та можливість появи нових тенденцій, а також можуть передбачити нестандартний розвиток подій.

Методи експертних оцінок, зазвичай, мають якісний характер. В теорії прийняття рішень широке розповсюдження отримала оцінка порівняльної важливості окремих факторів (напрямків, параметрів). Оцінка експертом відносної важливості факторів здійснюється, здебільшого, шляхом присвоєння деякої кількісної оцінки, наприклад, за 100- або 10-бальною шкалою. Експерт надає кожному фактору (параметру, напрямку) кількість балів в межах від 0 до 100 (або від 0 до 10). Нуль присвоюється в тому випадку, якщо фактор, на думку експерта, не має суттєвого значення; 100 (10) балів присвоюється тому фактору, який має найбільш важливе або вирішальне значення.

Безпосередньо процес надання рекомендацій щодо рішення, яке приймається за допомогою експертних оцінок, здійснюється за два етапи:

- отримання експертних оцінок стосовно аналізованої проблеми та їх статистична обробка;
- визначення ступеня узгодженості експертів, за яким визначається достовірність отриманих результатів.

### **Етап 1. Визначення відносної важливості факторів (напрямків)**

При обробці матеріалів колективної експертної оцінки відносної ваги факторів доцільно використовувати метод рангової кореляції. Тому дані, отримані в балах, відповідним чином ранжують по мірі зменшення та отримують оцінки рангів. Ранг, рівний одиниці, присвоюється найбільш

важливому фактору; ранг з максимальним числом  $n$  – найменш важливому фактору. Якщо експерт надає однакову кількість балів декільком факторам, то їм присвоюються зв'язані (стандартизовані) ранги, значення яких визначається як частка від ділення суми місць, зайнятих факторами з однаковими рангами, на загальну кількість таких альтернатив.

Отже, попередньо матрицю балів необхідно перетворити у матрицю рангів. Отримана матриця розмірністю  $n \times m$ , де  $n$  – кількість факторів,  $m$  – кількість експертів. Матриця складається із окремих значень рангів  $R_{ij}$  ( $i = \overline{1;n}, j = \overline{1;m}$ ).

При обробці результатів експертних оцінок визначається ряд статистичних характеристик, на основі яких оцінюється кожний фактор (параметр, напрямок).

1. **Сума рангів**, призначених експертами,  $i$ -ому фактору, визначається за формулою:

$$R_i = \sum_{j=1}^m R_{ij}, \quad (2.1)$$

де  $R_{ij}$  – ранг, присвоєний  $i$ -тому фактору  $j$ -тим експертом.

Очевидно, що чим менша сума рангів, тим важливішим є певний фактор.

2. **Середній ранг** для кожного фактору визначається за формулою:

$$\bar{R}_i = \frac{\sum_{j=1}^m R_{ij}}{m} = \frac{R_i}{m} \quad (2.2)$$

При порівнянні важливості різних факторів найбільш важливим слід вважати той, що характеризується найменшим значенням середньої величини рангу.

3. Для кожного фактору визначається **середня величина в балах**:

$$\bar{C}_i = \frac{\sum_{j=1}^m C_{ij}}{m}, \quad (2.3)$$

де  $C_{ij}$  – оцінка в балах, присвоєна  $i$ -тому фактору  $j$ -тим експертом.

4. Для оцінки важливості окремих факторів розраховується **показник частоти максимально можливих оцінок**, що визначається за формулою:

$$k_i^{\max} = \frac{m_i^{\max}}{m_i}, \quad (2.4)$$

де  $m_i^{\max}$  – кількість експертів, які поставили і-тому фактору максимальну оцінку (100 або 10 балів);

$m_i$  – загальна кількість експертів, які оцінили даний фактор.

Даний коефіцієнт може приймати значення в межах від 0 до 1. Важливість  $i$ -того фактору збільшується при зміні коефіцієнту від 0 до 1.

Показник частоти максимально можливих оцінок слід розглядати як додатковий до інших показників оцінки відносної важливості факторів. Він характеризує важливість розвитку даного напрямку огляду на кількість присвоєних йому перших місць. Остаточну перевагу тому чи іншому фактору слід віддавати, перш за все, в залежності від середніх величин рангу чи балів. І лише за інших рівних умов фактор можна вважати найбільш важливим за максимального значення даного коефіцієнта.

5. **Середня вага кожного фактору** (нормована оцінка) розраховується за формулою:

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^m W_{ij}}{m} \quad (2.5)$$

$$W_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_{i=1}^n C_{ij}} \quad (2.6)$$

6. **Коефіцієнт переваги фактору (напрямку)** визначається на основі матриці переваг, сутність якої полягає в тому, щоб оцінити, скільки експертів надають перевагу даному напрямку порівняно з іншими. Іншими словами, матриця переваг визначає число випадків, коли напрямок  $i$  визначається як більш важливий за напрямок  $z$  (будь-який відмінний від  $i$ -того).

Матриця переваг будується таким чином. Для визначення, наприклад, елемента 1.2 (клітинки на перетині 1-го рядка та 2-го стовпця) матриці переваг

аналізуються рядки 1 та 2 матриці рангів і визначається, скільки випадків перевищення рангу першого напрямку ( $i$ -того) значення рангу другого напрямку ( $z$ -го); для розрахунку елемента 1.3 порівнюються рядки 1 та 3 матриці рангів; для розрахунків елементів 2.1, 2.3, 2.4 порівнюються елементи матриці рангів 2-го рядка послідовно із 1-м, 3-м та 4-м рядками і т.ін. Подальші дії аналогічні розрахункам першого рядка матриці переваг. Таким методом обчислюються всі рядки матриці переваг. Коефіцієнт переваги  $i$ -того фактору розраховується як відношення суми випадків переваги даного фактору ( $N_i^{nep}$ ) до кількості факторів, з якими здійснювалось порівняння ( $n-1$ ):

$$k_i^{nep} = \frac{N_i^{nep}}{n-1} \quad (2.7)$$

**7. Розмах оцінок (в балах)** – використання даного показника обумовлене тим, що оцінки, поставлені кожним експертом окремому фактору, можуть значно різнитися. Показник також є корисним при оцінці ступеня узгодженості експертів.

$$L_i = C_i^{\max} - C_i^{\min} \quad (2.8)$$

де  $C_i^{\max}$  – максимальна оцінка зі всіх проставлених експертами  $i$ -тому фактору;

$C_i^{\min}$  – мінімальна оцінка зі всіх проставлених експертами  $i$ -тому фактору.

## **Етап 2. Оцінка ступеня узгодженості думок експертів**

Оцінкою відносної важливості факторів не обмежується обробка даних опитувальних анкет. Не менш важливе значення для обґрунтування якості та точності рекомендацій щодо проблеми має ступень узгодженості думок експертів.

Для оцінки узагальненої міри узгодженості думок за всіма факторами (показниками) використовується **коефіцієнт конкордації**:

$$k_{\kappa} = \frac{12 \cdot \sum_{i=1}^n (R_i - \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n})^2}{m^2 (n^3 - n) - m \cdot \sum_{j=1}^m T_j} \quad (2.9)$$

$T_j$  – показник, який визначається для зв'язаних рангів:

$$T_j = \sum_{l=1}^L (t_l^3 - t_l) \quad (2.10)$$

де  $t_l$  – кількість зв'язаних рангів в  $l$ -тому групуванні зв'язаних рангів;

$L$  – кількість угруповань зв'язаних рангів у  $j$ -того експерта.

Коефіцієнт конкордації набуває значення від 0 до 1, що відповідає діапазону відповідно від практично повної відсутності узгодженості до повної узгодженості думок експертів під час проведення оцінювання факторів.

Істотність коефіцієнта конкордації (на предмет достатньої кількості залучених експертів) перевіряється за допомогою **критерію Пірсона**:

$$\chi_{\delta}^2 = \frac{12 \cdot \sum_{i=1}^n (R_i - \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n})^2}{m \cdot n \cdot (n + 1) - \frac{1}{n - 1} \cdot \sum_{j=1}^m T_j} \quad (2.11)$$

Розраховане значення критерію Пірсона  $\chi_p^2$  співставляється з табличним значенням  $\chi_T^2$  для  $n-1$  ступенів свободи та довірчої ймовірності 95% або 99%:

- якщо  $\chi_p^2 > \chi_T^2$ , то коефіцієнт конкордації статистично істотний;
- якщо  $\chi_p^2 < \chi_T^2$ , то необхідно збільшити кількість експертів.

### **Приклад розв'язання**

У торговельну мережу було запрошено 4 експерти для виявлення споживчих настроїв та причин нерівномірного попиту на товари певної асортиментної групи різних виробників. Експертам було запропоновано обрати 10 критеріїв, за якими споживачі приймають рішення щодо купівлі цього товару. Вагомість та вплив кожного фактору на прийняття рішення про покупку експерти оцінили за 100-бальною шкалою.

Вам необхідно на основі результатів опитування експертів зробити висновки та надати рекомендації щодо найбільш та найменш значимих показників товару для споживача, які впливають на прийняття рішення про покупку та вибір тієї чи іншої торгової марки (виробника).

Таблиця 2.1

*Бальна експертна оцінка впливу показників продукту на прийняття рішення*

Показники продукту	Експерти			
	1	2	3	4
П1	100	100	90	80
П2	90	100	80	100
П3	90	80	100	90
П4	90	70	70	70
П5	70	90	50	60
П6	80	60	60	50
П7	50	60	40	50
П8	50	60	30	40
П9	40	50	20	10
П10	60	50	10	20

Отже, отримана матриця  $n \times m$ , де  $n$  – кількість факторів ( $n=10$ ),  $m$  – кількість експертів ( $m=4$ ).

Для виконання завдання матрицю балів (таблиця 2.1) перетворюємо в матрицю рангів (таблиця 2.2), на основі якої визначимо за наведеними вище формулами (2.1)-(2.8) статистичні характеристики кожного фактору негативного впливу на діяльність підприємства. Результати розрахунків усіх показників заносимо у підсумкову таблицю 2.5.

Таблиця 2.2

*Матриця рангів*

Показники продукту	Експерти			
	1	2	3	4
П1	1	1,5	2	3
П2	3	1,5	3	1
П3	3	4	1	2
П4	3	5	4	4
П5	6	3	6	5
П6	5	7	5	6,5
П7	8,5	7	7	6,5
П8	8,5	7	8	8
П9	10	9,5	9	10
П10	7	9,5	10	9

1. **Сума рангів**, призначених експертами, і-ому фактору:

Для першого фактору сума рангів дорівнює:  $R_1=1+1,5+2+3=7,5$

Для другого фактору сума рангів дорівнює:  $R_2=3+1,5+3+1=8,5$

Аналогічно обчислюється даний показник по всіх інших факторах.

2. **Середній ранг** для кожного фактору:

для першого фактору:  $\bar{R}_1 = \frac{7,5}{4} = 1,875$

для другого фактору:  $\bar{R}_2 = \frac{8,5}{4} = 2,125$  і т.д.

Аналогічно обчислюється даний показник по всіх інших факторах.

3. Для кожного фактору визначається **середня величина в балах**:

для першого фактору:  $\bar{C}_1 = \frac{100 + 100 + 90 + 80}{4} = 92,5$

для другого фактору:  $\bar{C}_2 = \frac{90 + 100 + 80 + 100}{4} = 92,5$

Аналогічно обчислюється даний показник по всіх інших факторах.

4. Для оцінки важливості окремих факторів **розраховується показник частоти максимально можливих оцінок**:

для першого фактору:  $k_1^{\max} = \frac{2}{4} = 0,5$

для другого фактору:  $k_2^{\max} = \frac{2}{4} = 0,5$

для третього фактору:  $k_3^{\max} = \frac{1}{4} = 0,25$

Аналогічно обчислюється даний показник по всіх інших факторах.

5. **Середня вага кожного фактору** (нормована оцінка):

$$W_{11} = \frac{100}{100 + 90 + 90 + 90 + 70 + 80 + 50 + 50 + 40 + 60} = 0,139$$

$$W_{12} = \frac{100}{100 + 100 + 80 + 70 + 90 + 60 + 60 + 60 + 50 + 50} = 0,139$$

$$W_{13} = \frac{90}{90 + 80 + 100 + 70 + 50 + 60 + 40 + 30 + 20 + 10} = 0,164$$

$$W_{14} = \frac{80}{80 + 100 + 90 + 70 + 60 + 50 + 50 + 40 + 10 + 20} = 0,140$$

$$W_1 = \frac{0,139 + 0,139 + 0,164 + 0,140}{4} = 0,146$$

Аналогічно обчислюється даний показник по всіх інших факторах.

В таблиці 2.3 наведені дані відносних показників по кожному фактору (показнику) з урахуванням думки окремих експертів.

Таблиця 2.3

Матриця відносного значення показників

Показники продукту	W <sub>i</sub>	Експерти			
		1	2	3	4
П1	0,146	0,139	0,139	0,164	0,140
П2	0,146	0,125	0,139	0,145	0,175
П3	0,144	0,125	0,111	0,182	0,158
П4	0,118	0,125	0,097	0,127	0,123
П5	0,105	0,097	0,125	0,091	0,105
П6	0,098	0,111	0,083	0,109	0,088
П7	0,078	0,069	0,083	0,073	0,088
П8	0,069	0,069	0,083	0,055	0,070
П9	0,045	0,056	0,069	0,036	0,018
П10	0,051	0,083	0,069	0,018	0,035

б. *Коефіцієнт переваги фактору (показника)*. Матриця переваг, показники якої обчислені на основі даних матриці рангів, наведена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Матриця переваг

Фактори (напрямки, параметри)	Фактори (напрямки, параметри)									
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
<b>П1</b>	–	2	2	4	4	4	4	4	4	4
<b>П2</b>	1	–	2	3	4	4	4	4	4	4
<b>П3</b>	2	1	–	3	3	4	4	4	4	4
<b>П4</b>	0	0	0	–	3	4	4	4	4	4
<b>П5</b>	0	0	1	1	–	2	4	4	4	4
<b>П6</b>	0	0	0	0	2	–	2	3	4	4
<b>П7</b>	0	0	0	0	0	0	–	2	4	3
<b>П8</b>	0	0	0	0	0	0	0	–	4	3
<b>П9</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	–	1
<b>П10</b>	0	0	0	0	0	0	1	1	2	–



Коефіцієнт переваги фактору розраховується як відношення суми випадків переваги даного фактору ( $N_i^{nep}$ ) до кількості факторів, з якими здійснювалос порівняння (n-1):

$$\text{для першого фактору: } k_1^{nep} = \frac{2 + 2 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4}{10 - 1} = 3,56$$

$$\text{для другого фактору: } k_2^{nep} = \frac{1 + 2 + 3 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4}{10 - 1} = 3,33$$

Аналогічно обчислюється даний показник по всіх інших факторах.

Результати розрахунків доцільно звести в підсумкову таблицю 2.5.

Після заповнення підсумкової таблиці слід зробити розширені висновки стосовно відносної сили впливу кожного фактору на збитковість діяльності підприємства.

Таблиця 2.5

Показники відносної порівняльної важливості показників товару

Показник	Умовні позначення	Фактор (показник)									
		П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
1. Сума рангів	$R_i$	7,5	8,5	10,0	16,0	20,0	23,5	29,0	31,5	38,5	35,5
2. Середній ранг	$\bar{R}_i$	1,875	2,125	2,500	4,000	5,000	8,875	7,250	7,875	9,625	8,875
3. Середня величина в балах	$\bar{C}_i$	92,5	92,5	90,0	75,0	67,5	62,5	50,0	45,0	30,0	35,0
4. Показник частоти максимально можливих оцінок	$k_i^{100}$	0,5	0,5	0,25	0	0	0	0	0	0	0
5. Середня вага кожного фактору	$W_i$	0,146	0,146	0,144	0,118	0,108	0,098	0,078	0,069	0,045	0,051
6. Коефіцієнт переваги фактору	$k_i^{nep}$	3,556	3,333	3,222	2,556	2,222	1,667	1,000	0,778	0,111	0,444
7. Розмах оцінок (в балах)	$L_i$	20	20	20	20	40	30	20	30	40	50

Так, аналіз таблиці 2.5 свідчить про те, що група експертів віддала перевагу в основному 1 та 2 напрямкам і менш схильна вважати, що причина кризового стану підприємства криється у 10 та 9 факторах. Разом з тим, як показує розмах оцінок, за виключенням факторів 8, 9, 10, експерти додержуються єдиної думки стосовно впливу зазначених факторів (особливого розмаху в оцінках експертів не спостерігається). Також необхідно відзначити, що експерти поставили лише трьом факторам максимальний бал, про що свідчить показник частоти максимально можливих оцінок.

Оцінка ступеня узгодженості думок експертів за нашим прикладом зведена в таблицю 2.6.

$$\bar{R}_i = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{220,0}{10} = 22$$

$$T_1 = (3^3 - 3) + (2^3 - 2) = 30$$

$$T_2 = (2^3 - 2) + (3^3 - 3) + (2^3 - 2) = 36$$

$$T_4 = 2^3 - 2 = 6$$

$$k_k = \frac{12 \cdot 1172,5}{4^2 \cdot (10^3 - 10) - 4 \cdot (30 + 36 + 6)} = \frac{14070}{15552} = 0,905 = 90,5\%$$

Таблиця 2.6

Розрахунок коефіцієнту конкордації

Показники продукту	$R_i$	$R_i - \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$	$(R_i - \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n})^2$
П1	7,5	-14,5	210,25
П2	8,5	-13,5	182,25
П3	10,0	-12	144
П4	16,0	-6	36
П5	20,0	-2	4
П6	23,5	1,5	2,25
П7	29,0	7	49
П8	31,5	9,5	90,25
П9	38,5	16,5	272,25
П10	35,5	13,5	182,25
<b>Разом</b>	<b>220,0</b>		<b>1172,5</b>

Отже, рівень узгодженості думок експертів складає 90,5%, що є достатнім рівнем достовірності експертних оцінок для прийняття обґрунтованого рішення.

Критерій Пірсона допоможе визначити статистичну істотність коефіцієнту конкордації та достатність кількості залучених експертів:

$$\chi_p^2 = \frac{12 \cdot 1172,5}{4 \cdot 10 \cdot (10 + 1) - \frac{1}{10 - 1} \cdot 72} = \frac{14070}{432} = 32,569$$

Порівняємо отримане значення з табличним для  $10-1=9$  ступенів свободи та рівнем довірчої ймовірності  $P=95\%$  ( $\chi_{0,95}^2 = 16,92$ ) та  $P=99\%$  ( $\chi_{0,99}^2 = 21,67$ ). Як бачимо, в обох випадках  $\chi_p^2 > \chi_T^2$ , отже коефіцієнт конкордації статистично істотний.

### ***Постановка індивідуального завдання***

Для виконання індивідуального практичного завдання слід обрати об'єкт для аналізу та визначити показники, за якими об'єкт буде проаналізовано. Приклад вихідних даних наведено у додатку Б.

Оцінка обраного об'єкта провадиться у відповідності до особистих уподобань.

### ***Порядок виконання роботи***

- 1) Ознайомитися з теоретичними відомостями за темою практичного заняття.
- 2) Проаналізувати методику проведення експертного опитування та прийняття рішень за його результатами.
- 3) Розв'язати індивідуальний варіант за наведеним прикладом практичного завдання.

При оформленні практичного заняття (у робочому зошиті студента з даної дисципліни) обов'язково відображаються:

- тематика та мета практичного заняття;
- короткі теоретичні відомості;
- постановка завдання та вихідні дані за варіантом;
- результати та аналіз розрахунків;
- висновки.

При підготовці до захисту студенти використовують не лише дані методичні вказівки, але і конспект лекцій та рекомендовану навчальну літературу за даною темою. Під час захисту роботи студент має довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанта завдання, зробити висновки та відповіді на контрольні запитання.

### ***Контрольні запитання***

- 1) Назвіть особливості використання експертних оцінок при прийнятті інтуїтивних рішень: їх види, сутність та значення.
- 2) Визначте порядок проведення експертних опитувань.
- 3) Назвіть вимоги, які висуваються до експертів.
- 4) Проаналізуйте особливості статистичної обробки та аналізу отриманих результатів проведених експертних опитувань.
- 5) Як здійснюється визначення ступеню узгодженості експертів: значення, рекомендовані показники та прийняття рішення

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3**

### **Використання “дерева рішень” в процесі прийняття управлінських рішень.**

***Мета практичного заняття:*** засвоїти методикау використання “дерева рішень” в процесі прийняття управлінських рішень.

#### ***Теоретичні відомості***

В реальних умовах управління процес прийняття рішень має ланцюговий характер. Тобто, коли результат одного рішення змушує нас приймати наступне і т.д. Цю послідовність не можна виразити табличним методом, саме тому використовують метод графів, який більш повно відображає процес прийняття управлінських рішень. При методі графів будується “дерево” рішень. Його доцільність детермінується прийняттям кількох рішень в умовах невизначеності, коли кожне рішення залежить від результату попереднього або наслідків досліду. "Дерево" рішень складається

із "стовбура" і "гілок", що відображають структуру проблеми. Розташовуються "дерева" зліва направо. "Гілки" позначають можливі альтернативні рішення, що можуть бути прийняті, і можливі наслідки, що виникають у результаті цих рішень. На схемі використовують два види "гілок": перший – пунктирні лінії, що з'єднують квадрати можливих рішень, другий – суцільні лінії, що з'єднують кола можливих наслідків.

Квадратні "вузли" позначають місця, де приймається рішення, круглі "вузли" – появу наслідків. Через відсутність змоги впливати на появу наслідків особі, яка приймає рішення залишається лише обчислювати імовірність їхньої появи.

Коли всі рішення і їх наслідки відображені на "дереві", то прораховується кожний з варіантів, і наприкінці проставляється його грошовий прибуток. Усі витрати, зумовлені рішенням, проставляються на відповідній "гілці".

**Приклад 1.** Для фінансування проєкту бізнесмену потрібно позичити терміном на один рік 15000 грн. Банк може позичити йому ці гроші під 15% річних або вкласти в справу з 100%-им поверненням суми, але під 9% річних. З минулого досвіду банкіру відомо, що 4% таких клієнтів позичку не повертають. Що робити? Давати позику чи ні? Перед вами приклад задачі з одним рішенням, тому можна скористатися як таблицею прибутків, так і "деревом". Розглянемо обидва варіанти.

**Рішення 1** (по таблиці прибутків).

Максимізуємо очікуваний наприкінці року чистий прибуток, що являє собою різницю суми, яку отримано наприкінці року, і інвестованої в нього спочатку. Таким чином, якщо позика була видана і повернута, то чистий прибуток становитиме:

$$\text{Чистий прибуток} = ((15000 + 15\% \text{ від } 15000) - 15000) = 2250 \text{ грн}$$

Таблиця 3.1

Можливі наслідки	Можливі рішення		Імовірність
	видавати позику	не видавати позику	
Клієнт позику повертає	2250	1350	0,96
Клієнт позику не повертає	-15000	1350	0,04
Очікуваний чистий прибуток	1560	1350	

Якщо банк вирішує видати позику, то максимальний очікуваний чистий прибуток дорівнює 1560 грн

**Рішення 2** (за "деревом" рішень).

У даному випадку також використовуємо критерій максимізації очікуваного наприкінці року чистого прибутку.

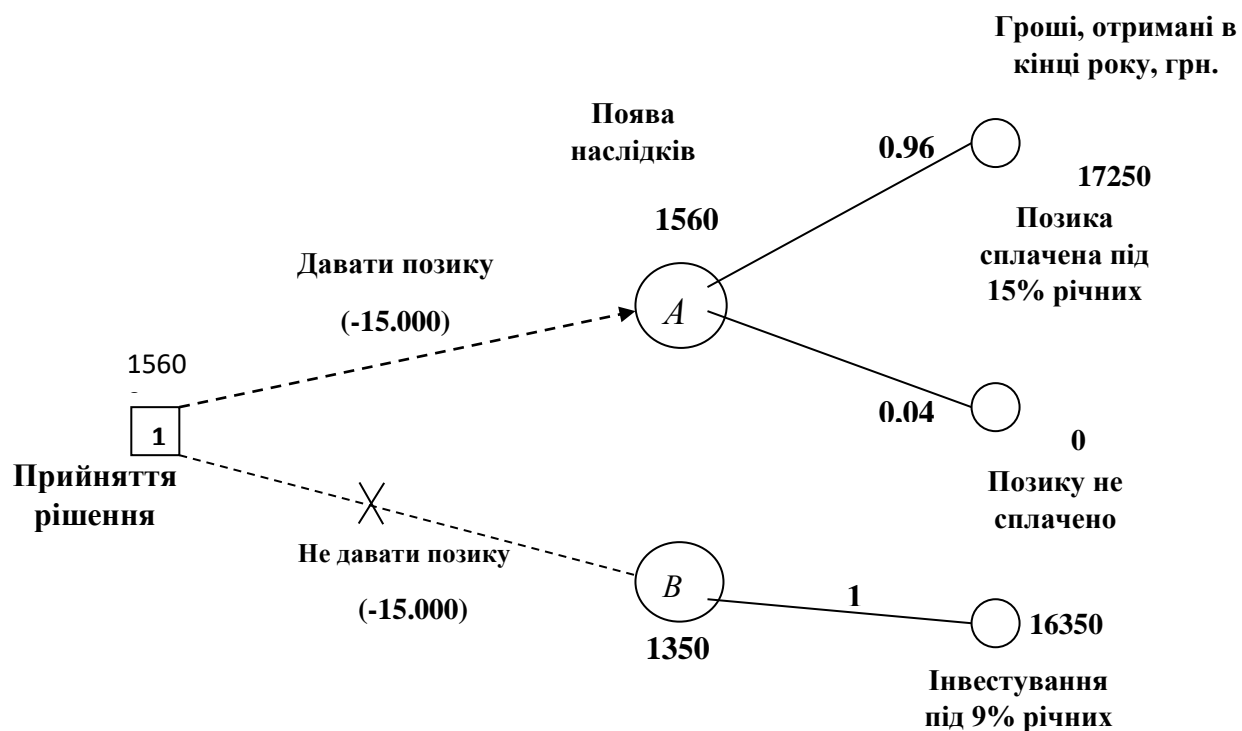


Рис. 3.1. Схема "дерева" рішень

Далі розрахунок ведеться аналогічно розрахункам по таблиці доходів.

Очікуваний чистий прибуток у колах А і В обчислюється наступним чином:

У колі А:

$E$  (давати позику) =  $(17250 * 0,96 + 0 * 0,04) - 15000 = 16500 - 15000 = 1560$  грн

У колі Б:

$E$  (не давати позику) =  $(16350 * 1,0 - 15000) = 1350$  грн

Оскільки очікуваний чистий прибуток більший у колі А, то приймається рішення видати позику.

Приклад розрахунку дворівневого "дерева" рішень.

**Приклад 2.** Розглянемо ситуацію більш складну, ніж у попередньому прикладі, а саме: банк вирішує питання, чи перевіряти конкурентоздатність клієнта перед тим, як видавати позику. Аудиторська фірма бере з банку 80 грн за кожну перевірку.

У результаті цього перед банком постає дві проблеми: перша – чи проводити перевірку, друга – видавати після неї позику, чи ні.

Вирішуючи першу проблему, банк перевіряє правильність видаваних аудиторською фірмою даних. Для цього обираються 1000 чоловік, які були перевірені і яким згодом видавалися позики (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Рекомендація аудиторської фірми і повернення позики

Рекомендації після перевірки кредитоспроможності	Фактичний результат		
	Клієнт позичку повернув	Клієнт позичку не повернув	Усього
Давати позичку	735	15	750
Не давати позичку	225	25	250
Усього	960	40	1000

Яке рішення повинен прийняти банк?

**Рішення.**

*Етап 1.*

Побудуємо "дерево", як показано нижче. Імовірності проставляються за даними етапу 2.

*Етап 2.*

Використовуючи дані таблиці 3.2, обчислимо імовірність кожного результату:



$$P(\text{клієнт позику поверне; фірма рекомендувала}) = 735/750 = 0,98,$$

$$P(\text{клієнт позику не поверне; фірма рекомендувала}) = 15/750 = 0,02,$$

$$P(\text{клієнт позику поверне; фірма не рекомендувала}) = 225/250 = 0,9,$$

$$P(\text{клієнт позику не поверне; фірма не рекомендувала}) = 25/250 = 0,1$$

*Етап 3.*

На цьому етапі зліва направо проставимо грошові результати кожного з "вузлів", використовуючи кінцеві результати, отримані раніше. Будь-які витрати, що зустрічаються, віднімаємо від очікуваних доходів. У такий спосіб розрахуємо все "дерево", спираючись на раніше отримані результати. Після того, як пройдені квадрати "рішень", обирається "гілка", що веде до найбільшого з можливих, за даного рішення, очікуваного прибутку. Інша "гілка" закреслюється, а очікуваний прибуток проставляється над квадратом рішення.

Спочатку зосередимося на колі результатів В і С, що є наслідком квадрата 2 (чи видавати позику клієнту?)

Прибуток, що очікується від результату В:

$$E(B) = 17250 \text{ грн} \times 0,98 + 0 \times 0,02 = 16905 \text{ грн},$$

чистий очікуваний прибуток:

$$NE(B) = 16905 - 15000 = 1905 \text{ грн}.$$

Прибуток, що очікується від результату С:

$$E(C) = 16350 \text{ грн} \times 1,0 = 16350 \text{ грн},$$

чистий очікуваний прибуток:

$$NE(C) = 16350 - 15000 = 1350 \text{ грн}.$$

Припустимо, що ми зараз у квадраті 2. Максимальний очікуваний прибуток тут становить 1905 грн - знаходиться у колі В. Тому приймаємо рішення видати позику.

Прийнявши рішення, корегуємо "дерево", проставивши чистий очікуваний прибуток у 1905 грн над квадратом 2. "Гілка" - не давати позики - закреслюється, як це показано на рис. 3.1.

Те ж саме проводимо з колами наслідків D і E - результатами рішення 3.

Прибуток, очікуваний від результату D:

$$E(D) = (17250 \text{ грн} \times 0,9) + (0 \times 0,1) = 15525 \text{ грн},$$

чистий очікуваний прибуток:

$$NE(D) = 15525 - 15000 = 525 \text{ грн}$$

Аналогічно для результату E:

$$E(E) = 16350 \text{ грн} \times 1,0 = 16350 \text{ грн},$$

чистий очікуваний прибуток:

$$NE(E) = 16350 - 15000 = 1350 \text{ грн}.$$

Якби ми були в квадраті 3, то максимальний очікуваний прибуток дорівнював би 1350 грн. і можна було б прийняти рішення не видавати позики. Тепер скорегуємо цю частину схеми: над квадратом 3 пишемо чистий очікуваний прибуток і приймаємо рішення видати позику.

Нарешті приступаємо до розрахунку кол наслідків F і G які є результатами рішення 4.

$$E(F) = 17250 \text{ грн} \times 0,96 + 0 \times 0,04 = 16560 \text{ грн};$$

$$NE(F) = 16560 - 15000 = 1560 \text{ грн};$$

$$E(G) = 16350 \times 1,0 = 16350 \text{ грн};$$

$$NE(G) = 16350 - 15000 = 1350 \text{ грн}.$$

У квадраті 4 максимальний очікуваний чистий прибуток складає 1560 грн, а тому приймаємо рішення видати клієнту позику. Сума 1560 грн надписується над квадратом 4, а альтернативна "гілка" перекреслюється.

Тепер повернемося до «вузлів» A і 1. Використовуючи очікувані чисті прибутки над квадратами 2 і 3 розрахуємо математичне очікування для кола A:

$$E(A) = (1905 \text{ грн} \times 0,7) + (1350 \text{ грн} \times 0,25) = 1766 \text{ грн}.$$

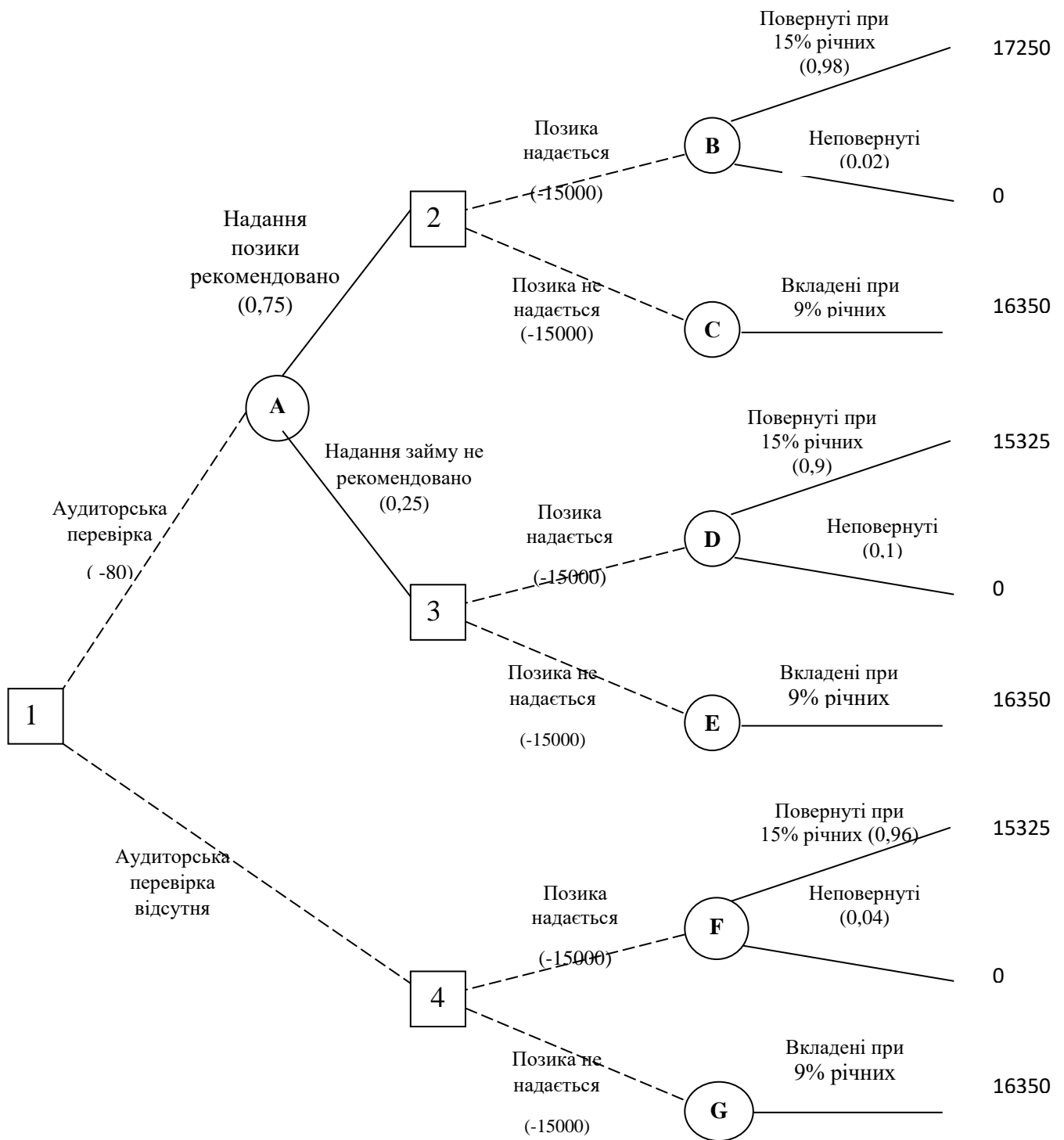


Рис. 3.2. Схема дворівневого “дерева” рішень

Через те, що аудиторська перевірка коштує 80 грн очікуваний чистий прибуток становить:  $NE(A) = 1766 - 80 = 1686$  грн.

Тепер можна проставити значення першого рішення квадрата 1 (Чи необхідно банку скористатися аудиторською перевіркою?). У цьому вузлі

максимальне математичне очікування - 1686 грн, а тому перекреслюємо альтернативну гілку.

На рис 3.1 стрілками показана послідовність рішень, що веде до максимального чистого прибутку від квадрату 1: за умови використання аудиторської перевірки, якщо видача позики рекомендується фірмою, тоді, в квадрат 2, видати позику, якщо не рекомендується, то квадрат 3, не видавати позику, а інвестувати ці гроші під стабільні 9% річних. Дерево остаточних рішень для прикладу 2 приведено на рис. 3.3.

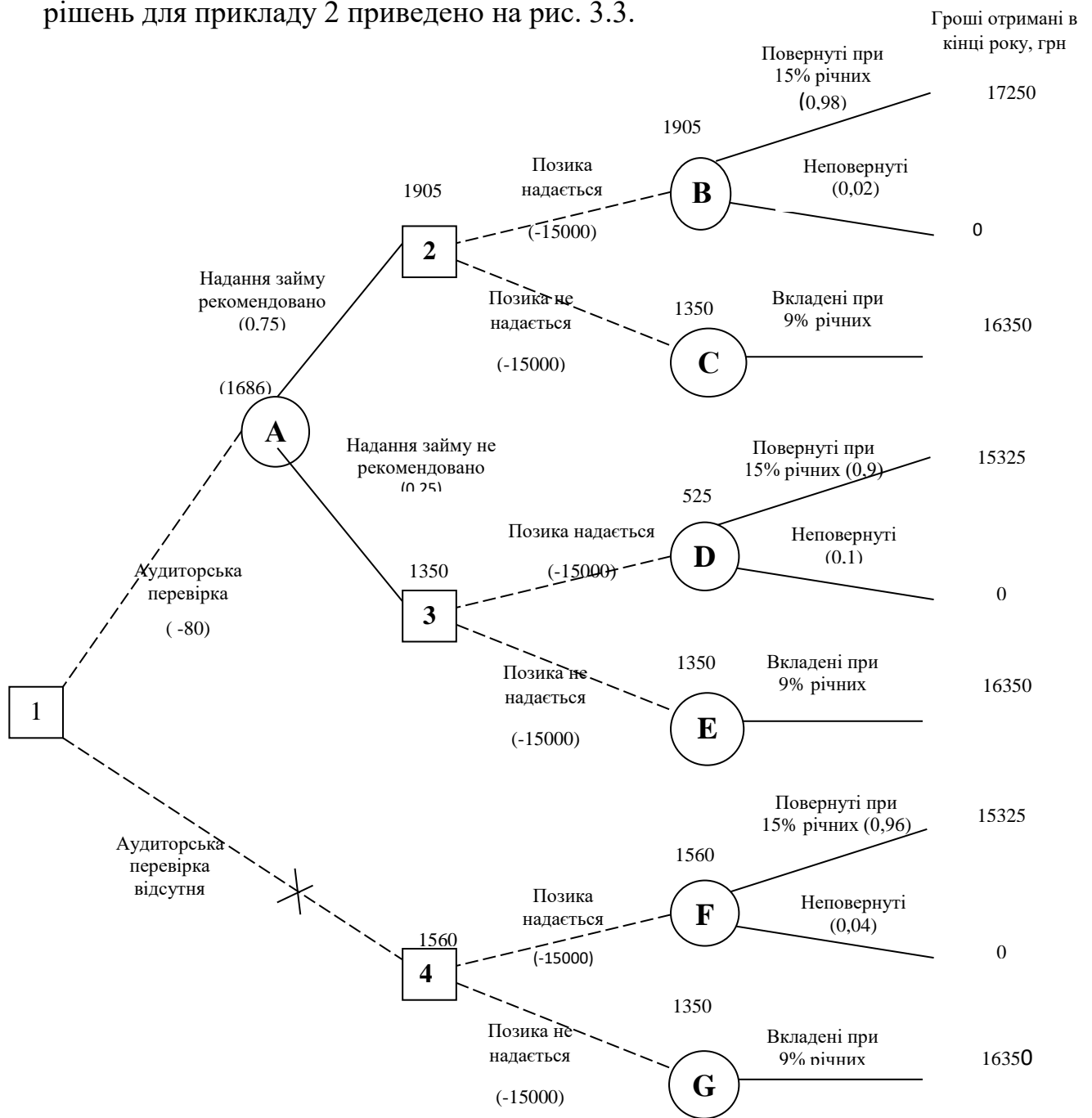


Рис. 3.3. Остаточна схема "дерева" рішень

**Приклад 3.** Компанією "Хімік" було розроблено новий товар. Цілком імовірно, що для нього існує ринок збуту на найближчий рік. Наявність у виробничому процесі високотемпературних реакцій підвищує його вартість до 2,5 млн. грн. Для організації виробничого процесу потрібен один рік, однак, існує лише 55%-ва імовірність того, що буде забезпечена належна технологічна безпека процесу. У зв'язку з цим перед компанією постало питання про розробку комп'ютерної контролюючої системи (ККС), яка буде забезпечувати безпеку високотемпературних реакцій. Дослідження з ККС продовжаться рік і будуть коштувати 1 млн. грн. Імовірність одержання необхідної ККС - 0,75. Розробку ККС можна почати негайно, або почекати рік до з'ясування технологічної безпеки процесу. Якщо розробку почати негайно, а виробничий процес виявиться безпечним, ККС виявиться марною (збиток - 1 млн. грн). З іншого боку, якщо відкласти розробку ККС, а процес виробництва не буде відповідати стандартам, то випуск нового товару відсувається на рік до закінчення досліджень. І нарешті, якщо неможливо створити безпечний процес і робота над ККС виявиться безуспішною, то альтернативного шляху випуску товару не існує, і роботи з цього проекту необхідно припинити. У випадку, якщо продаж нового товару починається протягом року, то прибуток становитиме 10 млн. грн, якщо не брати до уваги амортизацію у виробничому процесі, або ККС. Якщо відкласти випуск товару на один рік, прибуток впаде до 8,5 млн. грн. через можливу появу конкурентів на ринку. Для полегшення розрахунків можна не враховувати витрати на створення ККС.

1. Складіть "дерево", що охоплює всі можливі варіанти розвитку подій.
2. Що би ви порадили керівництву компанії?
3. Як повинна змінитися імовірність успішної розробки виробничого процесу (на сьогоднішній день вона становить 0,55), щоб ви змінили свої рекомендації у цьому питанні?
4. Чи має рішення цього питання деякий запас міцності (чутливість) при змінах імовірності?

## Рішення

1. "Дерево" рішень для цієї задачі представлено на рис. 3.6.
2. Для того, щоб оформити "дерево", розрахуємо очікуваний чистий дохід по "вузлах". Очікуваний дохід у колі D:

$$8,5 \times 0,75 + 0 \times 0,25 = 6,375 \text{ млн. грн.}$$

Очікуваний чистий прибуток:

$$6,375 \text{ млн. грн} - 1 \text{ млн. грн} = 5,375 \text{ млн. грн.}$$

У колі E очікуваний чистий прибуток дорівнює 0. Отже, якщо в квадраті 2 ми вирішимо розробляти ККС, то одержимо чистий прибуток 5,375 млн. грн.

У "вузлі" результату A очікуваний чистий прибуток:

$$(10 \times 0,55 + 5,375 \times 0,45) - 2,5 = 5,419 \text{ млн. грн.}$$

У вузлі B очікуваний чистий прибуток:

$$(10 \times 0,55 + (10 \times 0,75 + 0 \times 0,25) \times 0,45) - 3,5 = 5,375 \text{ млн. грн.}$$

Тому у "вузлі" 1 ми обираємо розробку лише виробничого процесу. Якщо через рік виявиться, що він небезпечний, то приступимо до розробки ККС.

Очікуваний чистий прибуток становитиме 5,419 млн. грн. Остаточний варіант "дерева" для прикладу 4 приведений на рис. 3.7.

3. **Чутливість рішення.** Очікувані чисті прибутки в "вузлах" A і B майже однакові: 5,419 і 5,375 млн. грн. Вибір рішення залежить від значення імовірностей. А аналіз чутливості дозволяє нам обчислити "розкид" імовірностей, що змінюють наш вибір.

У даному випадку розглядаємо тільки імовірність безпеки виробничого процесу, однак, на математичні очікування вплинула б також наявність і функціонування ККС. Повний аналіз чутливості включає розгляд обох питань. Позначимо імовірність безпеки виробничого процесу через  $p$ .

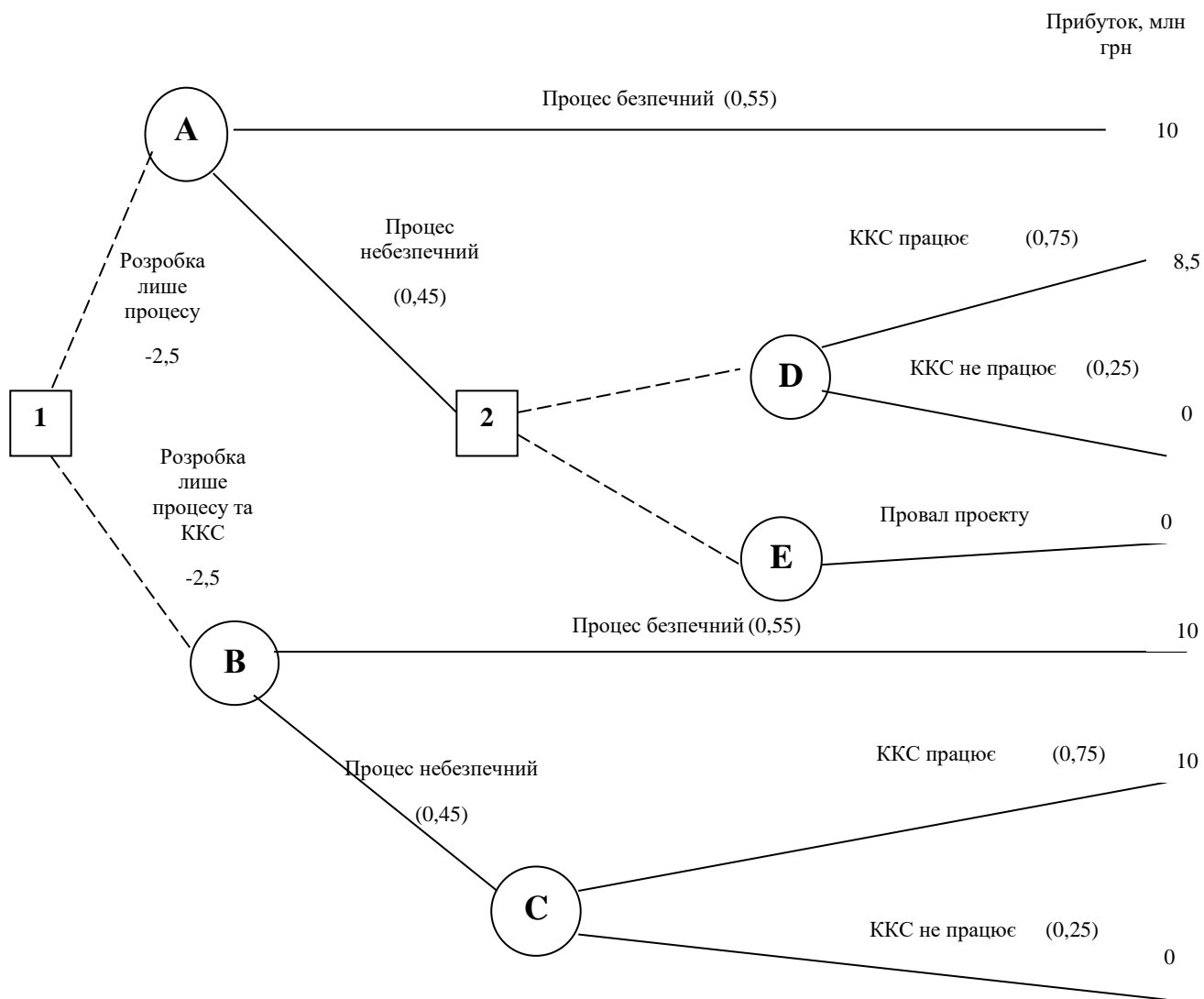


Рис. 3.6. Схема “дерева” рішень

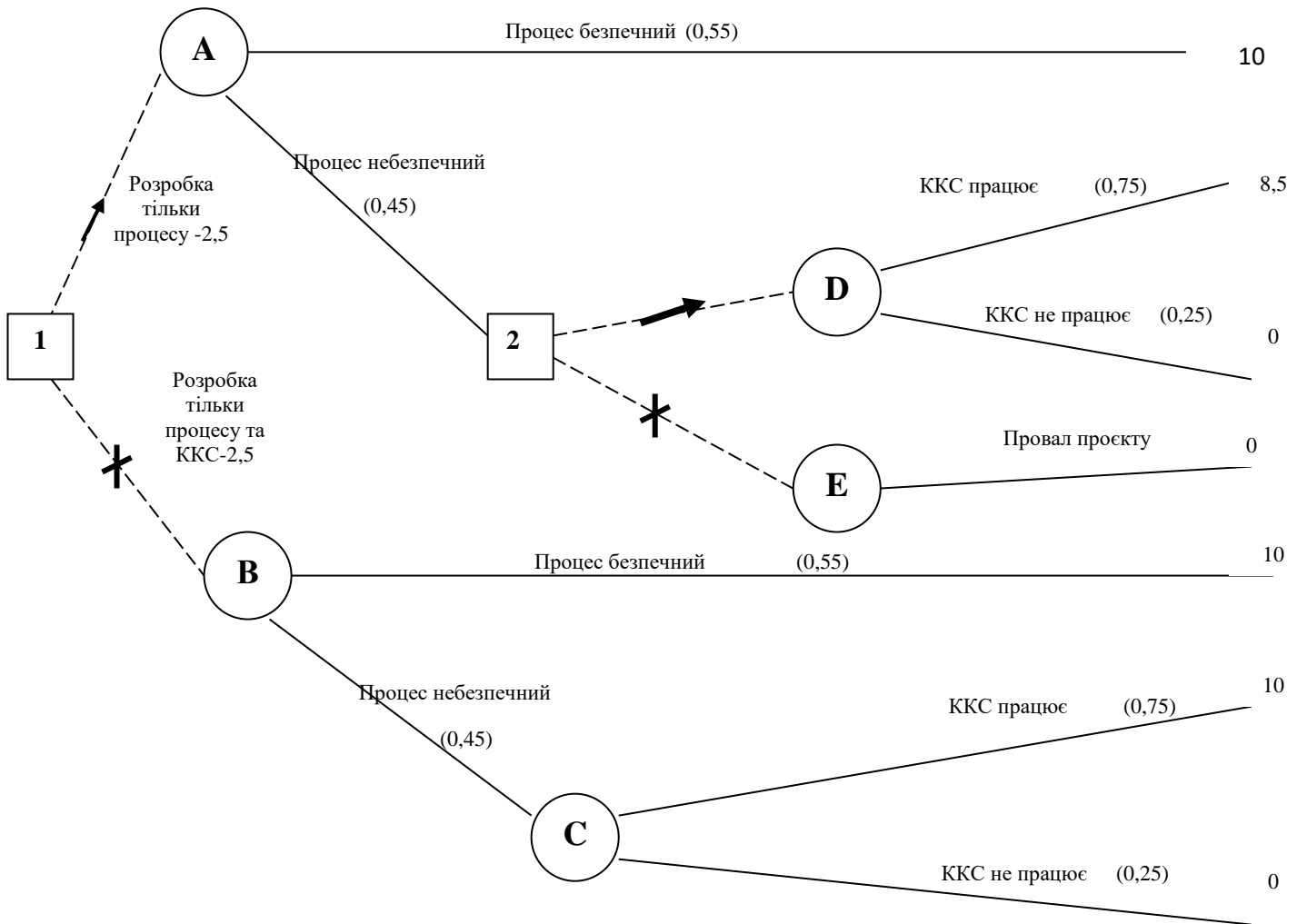


Рис. 3.7. Остаточна схема "дерева" рішень

На даний момент  $p = 0,55$ . Очікуваний чистий дохід у "вузлі" А дорівнює:

$$10 \times p + 5,375 \times (1 - p) - 2,5 = 4,625p + 2,875 \text{ (млн. грн).}$$

Очікуваний чистий прибуток у "вузлі" В дорівнює:

$$10 \times p + (10 \times 0,75 + 0 \times 0,25) (1 - p) - 3,5 = 2,5 p + 4,0 \text{ (млн. грн)}$$

Рівняння цих результатів дає:

$$4,625p + 2,875 = 2,5p + 4,0;$$

$$2,125p = 1,125;$$

$$p = 0,529.$$



Отже, якщо імовірність безпеки виробничого процесу дорівнює 0,529, то обидва альтернативних рішення принесуть однаковий очікуваний чистий прибуток. Якщо імовірність менше 0,529, то рішення почати розробку процесу і ККС негайно принесе більший очікуваний чистий прибуток, тобто первісне рішення буде замінено на альтернативне.

Тому, що значення  $p = 0,529$  дуже близьке до  $p = 0,55$ , вибір рішення дуже чуттєвий до розрахунків величини імовірності, і найменша помилка може привести до зміни вибору, що доводить важливість аналізу чутливості в процесі прийняття рішень.

### ***Постановка індивідуального завдання***

Вам потрібно вирішити, чи варто знімати квартиру, оскільки Ви маєте бажання жити окремо від батьків. Варто врахувати, що: пошук підходящого житла можна проводити самостійно або із використанням послуг ріелтора; квартиру можна знімати одноосібно або із найкращим другом.

Відомо, що у разі використання послуг ріелтора, можливість потрапити до шахрайської схеми складає 10%, у разі ж самостійного пошуку об'єкта найму – 40%.

До того ж відомо, що у разі потрапляння до шахрайської схеми, у 20% випадків людина припиняє пошуки житла.

Чи варто використовувати послуги ріелтора під час пошуку об'єкту найму? Краще знімати квартиру одноосібно, чи все ж таки з другом? Яка очікувана вартісна оцінка найкращого рішення?

Вихідні дані для виконання індивідуального завдання наведено у додатку В.

### ***Порядок виконання роботи***

- 1) Ознайомитися з теоретичними відомостями за темою практичного заняття.
- 2) Проаналізувати методику використання “дерева рішень” в процесі прийняття управлінських рішень

3) Розв'язати індивідуальний варіант за наведеним прикладом практичного завдання.

При оформленні практичного заняття (у робочому зошиті студента з даної дисципліни) обов'язково відображаються:

- тематика та мета практичного заняття;
- короткі теоретичні відомості;
- постановка завдання та вихідні дані за варіантом;
- результати та аналіз розрахунків;
- висновки.

При підготовці до захисту студенти використовують не лише дані методичні вказівки, але і конспект лекцій та рекомендовану навчальну літературу за даною темою. Під час захисту роботи студент має довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанта завдання, зробити висновки та відповісти на контрольні запитання.

#### ***Контрольні запитання***

1. Дати визначення методу «дерево рішень».
2. Охарактеризувати етапи процесу прийняття рішень за допомогою дерева рішень у загальному випадку.
3. Охарактеризувати типи гілок під час побудови «дерева рішень».
4. У яких випадках на практиці застосовують метод «дерева рішень» для прийняття управлінських рішень.
5. Назвати компоненти графіку «дерева рішень».
6. Назвати переваги методу «дерева рішень».
7. Назвати недоліки методу «дерева рішень».

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4**

#### **Прийняття рішень в умовах невизначеності.**

##### ***Мета практичного заняття:***

- 1) ознайомитися з технологією процесу прийняття рішень в умовах невизначеності;

- 2) проаналізувати елементи технології прийняття рішення;
- 3) навчитися визначати мету рішення проблеми, можливі варіанти рішень, знаходити альтернативи;
- 4) оцінити можливі наслідки рішення та приймати оптимальне рішення на основі поставленої мети.

### ***Теоретичні відомості***

Ухвалення оптимального рішення вчасно – головна задача управлінського персоналу будь-якої компанії. Неправильне або просто погане рішення може дорого коштувати компанії, мати фатальні і не виправні наслідки. Тому важливо, щоб ті хто залучений до процесу прийняття рішень, використовували всі наявні у них засоби і приймали „найкраще” рішення.

Насамперед визначимося з пріоритетами «найкраще» для кого або для чого? Перед тим як прийняти рішення, варто ретельно продумати його мету. Труднощі полягають у тому, що задачі різних підрозділів підприємства дуже суперечливі. Наприклад, таке просте питання, як розмір запасів на складі. Як визначити оптимальні для компанії запаси? Чи розраховувати ці цифри для компанії в цілому або обирати пріоритетні напрямки і здійснювати контроль запасів так, щоб забезпечити оптимальні витрати для виконання окремих функцій без шкоди іншим. Цей процес називається субоптимізацією. Прийняття рішень – досить складний і цікавий процес, якому притаманний винятково суб’єктивний характер.

Підприємці зазвичай зустрічаються з проблемами, що потребують від них кількісного підходу до прийняття рішень. Однак, необхідно пам’ятати, що здебільшого рішення є результатом застосування як кількісного, так і суб’єктивного підходів.

Пошук рішення починається з перерахування можливих варіантів і їх наслідків, а потім проводиться оцінка кожного результату. Така схема міркувань притаманна кількісному аналізу. Нижче перераховані етапи важливі як у складних випадках, так і у простих.

Необхідно розуміти, що в будь-якому випадку вибір "кращого варіанта" залежить від обставин і точки зору того, хто приймає рішення.

### Приклад 1

Відділ маркетингу компанії "Пласт" представив своєму керівництву дані про очікуваний обсяг збуту товару при трьох варіантах ціни. Дані наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

*Передбачувані обсяги продажу товару за різними цінами, грн.*

Можлива ціна за одиницю	8,00	8,60	8,80
Передбачуваний обсяг продажів при даній ціні (одиниць у рік):			
кращий з можливого	16000	14000	12500
найбільш ймовірний	14000	12500	12000
гірший з можливого	10000	8000	6000

Собівартість одного виробу – 4,0 грн. Обов’язкові виплати по кредиту у фірми складають 40000 грн. на рік.

Питання полягає в тому, щоб визначити оптимальну ціну. Зауважимо, що маємо усього лише три варіанти цін, тобто тільки три можливих рішення, і, щоб полегшити розрахунки, для кожного з варіантів по трьом результатам – різні обсяги продажу.

### Рішення 1

Для кожного результату розрахуємо прибуток:

$$Pr = (C - C/v) \times V,$$

Де Пр – прибуток, отримуваний підприємцем, грн.;

Ц – ціна за одиницю продукту, грн.;

С/в – собівартість одиниці продукту, грн.;

V – прогнозний обсяг реалізації продукту, од.

Таблиця 4.2

Розрахунок прибутку за рік, грн.

Ціна за одиницю	8,00	8,60	8,80
Змінні витрати на одиницю продукції	4,00	4,00	4,00
Прибуток на одиницю продукції	4,00	4,60	4,80
Загальний прибуток за рік			
кращий з можливого	64000	64400	60000
найбільш ймовірний	56000	57500	57600
гірший з можливого	40000	36800	28800

Для того щоб пояснити, які труднощі виникають у результаті невизначеності, необхідно використовувати дані з табл. 4.2. Можна представити переконливі аргументи, які приведуть нас до одного з трьох можливих рішень. Найбільший прибуток для найбільш вірогідного обсягу продажу дорівнює 57600 грн. Прибуток буде отримано, якщо призначити ціну 8,80 грн. Однак ціна 8,60 грн. є привабливішою для компанії, оскільки найбільш імовірний прибуток становить приблизно ту ж саму величину, в той час як прибуток двох інших наслідків вище, ніж для ціни 8,80 грн. Однак, якщо взяти до уваги обов'язкові виплати по кредиту у розмірі 40000 грн., які потрібно зробити з отриманого прибутку, то ціна 8,00 грн. – єдина, за якої компанія не зазнає збитків, через те, що найнижчий прибуток тут не менший за кредитні виплати – 40000 грн.

Таким чином, для кожного з трьох рішень існують свої аргументи. Яке рішення буде прийняте, залежить від цілей і ставлення до ризику особи, яка приймає рішення. Обережний підприємець надасть перевагу ціні 8,00 грн.: можливі прибутки менші, проте і витрати зведені до мінімуму. Тому поряд із іншими має вирішуватися питання про ставлення до ризику.

В процесі прийняття рішень існують певні правила їх прийняття.

### **Правила прийняття рішень**

Як уже зазначалося, особі, яка приймає рішення, варто керуватися певними правилами. На першому етапі визначається мета. ОПР сама обирає, якими правилами їй скористатися. Правила поділяються на дві групи:

- правила прийняття рішень без використання кількісних значень ймовірностей наслідків;

- правила прийняття рішень з використанням кількісних значень ймовірностей наслідків.

### **Правила прийняття рішень без використання кількісних значень ймовірностей результатів**

Для правил прийняття рішень без використання числових значень ймовірностей результатів існують наступні рішення:

- 1) Максимаксне рішення – максимізація максимуму прибутків.
- 2) Максимінне рішення – максимізація мінімуму прибутків.
- 3) Мінімаксне рішення – мінімізація максимуму можливих втрат.

#### **Приклад 2**

Припустимо, що ви – власник кондитерської "Кекс". На початку кожного дня вам потрібно вирішити, скільки тістечок варто мати про запас, щоб задовольнити попит. Кожне тістечко обходиться вам у 0,70 грн., а ви продаєте його за 1,30 грн. Продати нереалізовані тістечка наступного дня неможливо, тому залишок розпродається наприкінці дня по 0,30 грн. за одиницю. У табл. 4.3 наведені дані по продажам у попередні періоди.

*Таблиця 4.3*

*Попит на тістечка*

Попит на тістечка в день, од.	1	2	3	4	5
Частота	5	10	15	15	5
Відносна частота (імовірність)	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

Потрібно визначити скільки тістечок необхідно закупити на початку кожного дня.

#### **Рішення**

Отже, на початку дня можна закупити для наступного продажу 1, 2, 3, 4 або 5 тістечок. Загалом, рішення і його наслідки приблизно рівні, але маючи можливість приймати рішення, не можна контролювати наслідки. Покупці визначають їх самі, тому наслідки представляють також "фактор невизначеності". Щоб визначити імовірність кожного результату, складемо список можливих рішень і відповідних їм наслідків У табл. 4.4 розраховані

доходи, інакше кажучи, віддача в грошовому вираженні для будь-якої комбінації рішень і наслідків.

$$\text{Пр} = \text{Доходи} - \text{Витрати}$$

Таблиця 4.4а

*Прибуток у день, грн. (приклад розрахунку)*

Можливі наслідки (стан ринку): попит тістечок у день (можливий обсяг продажу), од.	Кількість тістечок, що закуплені для продажу (можливі рішення власника кондитерської)				
	1	2	3	4	5
1	$0,60 = 1,3 - 0,7$	$0,20 = (1,3 + 0,3) - 0,7 * 2$	$-0,20 = (1,3 + 0,3 * 2) - 0,7 * 3$	$-0,60 = (1,3 + 0,3 * 3) - 0,7 * 4$	$-1,00 = (1,3 + 0,3 * 4) - 0,7 * 5$
2	0,60	$1,20 = 1,3 * 2 - 0,7 * 2$	$0,80 = (1,3 * 2 + 0,3) - 0,7 * 3$	$0,40 = (1,3 * 2 + 0,3 * 2) - 0,7 * 4$	$0,00 = (1,3 * 2 + 0,3 * 3) - 0,7 * 5$
3	0,60	1,20	$1,80 = 1,3 * 3 - 0,7 * 3$	$1,40 = (1,3 * 3 + 0,3 * 1) - 0,7 * 4$	$1,00 = (1,3 * 3 + 0,3 * 2) - 0,7 * 5$
4	0,60	1,20	1,80	$2,40 = 1,3 * 4 - 0,7 * 4$	$2,00 = (1,3 * 4 + 0,3 * 1) - 0,7 * 5$
5	0,60	$1,20 = 1,3 * 2 - 0,7 * 2$	1,80	2,40	$3,00 = 1,3 * 5 - 0,7 * 5$

Пояснення до розрахунків:

$$\text{Прибуток} = \text{Доходи} - \text{Витрати}$$

*Розглянемо варіант «попит – 1 тістечко, закуплено 2 тістечка»:*

Оскільки було закуплено 2 тістечка, то витрати власника складають  $(0,7 \times 2)$  грн. Попит у цей день становив 1 тістечко, яке власник продав за повною ціною (1,3 грн.), а друге закуплене тістечко в кінці дня було реалізовано за ціною 0,3 грн. Отже, дохід підприємця склав  $1,3 + 0,3$  грн.

$$\text{Пр} = (1,3 + 0,3) - 0,7 \times 2 = 0,2 \text{ грн.}, \text{ отримано прибуток}$$

*Розглянемо варіант «попит – 1 тістечко, закуплено 5 тістечок»:*

Оскільки було закуплено 5 тістечок, то витрати власника складають  $(0,7 \times 5)$  грн. Попит у цей день становив 1 тістечко, яке власник продав за повною ціною (1,3 грн.), а інші 4 закуплені тістечка в кінці дня були реалізовані за ціною 0,3 грн. Отже, дохід підприємця склав  $1,3 + 0,3 \times 4$  грн.

$$\text{Пр} = (1,3 + 0,3 \times 4) - 0,7 \times 5 = -1,00 \text{ грн.}, \text{ тобто отримано збитки у розмірі 1 грн.}$$

*Розглянемо варіант «попит – 5 тістечок, закуплено 2 тістечка»*

Оскільки було закуплено 2 тістечка, то витрати власника складають  $(0,7 \times 2)$  грн. Попит у цей день становив 5 тістечок, проте власник має наявності лише 2 тістечка, які він і продав за повною ціною (1,3 грн.), а стосовно продажу ще трьох, на які був попит, він відмовив, оскільки їх у нього просто не було.

Отже, доход підприємця склав  $1,3 \times 2$  грн.

$$\text{Пр} = 1,3 \times 2 - 0,7 \times 2 = 1,2 \text{ грн.}$$

Таким чином, у цій ситуації має місце дефіцит, оскільки попит перевищує пропозицію. А у підприємця – втрачена вигода (або недоотриманий прибуток) внаслідок невірно спланованого обсягу закупок.

***Розраховані у прикладах комірки виділено кольором.***

В результаті, базова таблиця прибутків за різними рішеннями має наступний вигляд:

*Таблиця 4.4*

*Прибуток у день, грн*

Можливі наслідки (стан ринку): попит тістечок у день	Число тістечок, що закуплені для продажу (можливі рішення)				
	1	2	3	4	5
1	0,60	0,20	- 0,20	- 0,60	- 1,00
2	0,60	1,20	0,80	0,40	0,00
3	0,60	1,20	1,80	1,40	1,00
4	0,60	1,20	1,80	2,40	2,00
5	0,60	1,20	1,80	2,40	3,00

Використовуючи кожне з правил прийняття рішень, згаданих на початку п. 4.1, потрібно відповісти на запитання: "Скільки тістечок повинна закупити фірма "Кекс" на початку кожного дня?"

***1) Правило макси-макси*** – максимізація максимуму доходів. Кожному можливому рішення в наведеній таблиці відповідають наступні максимальні доходи. За цим правилом ви закупите на початку дня п'ять тістечок. Це підхід карткового гравця – ігноруючи можливі втрати, розраховувати на максимально можливий доход.



Таблиця 4.5

## Максимальний прибуток

Кількість тістечок, що закупаються на день, од.	Максимальний прибуток у день, грн.
1	0,60
2	1,20
3	1,80
4	2,40
5	3,00 (максимум)

\*По кожному стовпчику табл. 4.4. обираємо максимальний прибуток

**2) Правило макси-міні** – максимізація мінімального доходу. Кожному можливому рішенню в табл. 4.4 відповідають мінімальні доходи (табл. 4.6).

За цим правилом на початку дня закупається одне тістечко, щоб максимізувати мінімальний дохід. Це дуже обережний підхід до прийняття рішень.

Таблиця 4.6

## Мінімальний прибуток

Кількість тістечок, що закупаються на день, од.	Мінімальний прибуток у день, грн.
1	0,60 максимум
2	0,20
3	-0,20
4	-0,60
5	-1,00

\*По кожному стовпчику табл. 4.4. обираємо мінімальний прибуток

**3) Правило міні-макси** – мінімізація максимально можливих втрат. У даному випадку більше уваги приділяється можливим втратам, ніж прибуткам. Таблиця можливих втрат дає уявлення про прибутки кожного результату, що втрачені у результаті ухвалення неправильного рішення. Наприклад, якщо попит складає два тістечка і було закуплено два, то прибуток складе 1,20 грн., якщо ж ви придбали три тістечка, то прибутки становитимуть 0,80 грн. і ви недоотримали 0,40 грн. Ці 0,40 грн. і називаються можливими втратами або втраченим прибутком. Таблицю можливих втрат можна одержати з таблиці прибутків (табл. 4.4), знаходячи найбільший прибуток для кожного наслідку (стану ринку) і співставляючи його з іншими прибутками цього ж наслідку (стану ринку) (див. табл. 4.7).

Таблиця 4.7а

Можливі втрати за день, грн. (приклад розрахунку)

Можливі наслідки (стан ринку): попит тістечок у день	Число тістечок, що закуплені для продажу (можливі рішення)				
	1	2	3	4	5
1 (max Пр=0,60)	0,60-0,60	0,60-0,20	0,60-(- 0,20)	0,60-(- 0,60)	0,60-(-1,00)
2 (max Пр=1,20)	1,20-0,60	1,20-1,20	1,20-0,80	1,20-0,40	1,20-0,00
3 (max Пр=1,80)	1,80-0,60	1,80-1,20	1,80-1,80	1,80-1,40	1,80-1,00
4 (max Пр=2,40)	2,40-0,60	2,40-1,20	2,40-1,80	2,40-2,40	2,40-2,00
5 (max Пр=3,00)	3,00-0,60	3,00-1,20	3,00-1,80	3,00-2,40	3,00-3,00

Остаточний вигляд таблиці наступний:

Таблиця 4.7

Можливі втрати за день, грн.

Можливі наслідки (стан ринку): Попит тістечок за день, од.	Кількість тістечок, що закуповуються на день				
	1	2	3	4	5
1	0,0	0,40	0,80	1,20	1,60
2	0,60	0,0	0,40	0,80	1,20
3	1,20	0,60	0,0	0,40	0,80
4	1,80	1,20	0,60	0,0	0,40
5	2,40	1,80	1,20	0,60	0,0

Як уже зазначалося, правило, що використовується для роботи з таблицею втрачених прибутків, – це правило міні-макси, яке також називається міні-максне правило можливих втрат. Воно полягає у тому, щоб для кожного рішення вибрати максимально можливі втрати. Потім обирається те рішення, яке приведе до мінімального значення максимальних втрат (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Максимальні можливі втрати

Кількість тістечок, що закуповуються на день, од.	Максимально можливі втрати за день, грн. (з таблиці вище)
1	2,40
2	1,80
3	1,20 (мінімум)
4	1,20 (мінімум)
5	1,60

Мінімальна величина максимальних втрат виникає в результаті закупівлі трьох або чотирьох тістечок у день. Отже, за правилом міні-макси обирається одне з цих рішень.

Усі розглянуті критерії прийняття рішень призводять до різних результатів. Тому, спочатку обирається той критерій, який вважається „кращим” з точки зору особи, яка приймає рішення, який одержує найкраще рішення в умовах, які склались.

### **Критерій Гурвиця – компромісний спосіб прийняття рішень**

Цей спосіб прийняття рішень являє собою компроміс між обережним правилом макси-міні й оптимістичним правилом макси-макси. За критерієм Гурвиця певним чином поєднуються правила, які не розглядають індивідуальні імовірності окремих наслідків, а також ті, в яких враховуються імовірності наслідків.

За використання критерію Гурвиця таблиця прибутків складається за наведеним алгоритмом (табл. 4.4а). Для кожного рішення розглядаються кращий і гірший результати, тобто те, про що раніше говорилося в правилах макси-міні і макси-макси. ОПР додає ваги обом результатам і, помноживши результати на відповідні коефіцієнти ваги і підсумовуючи, одержує загальний результат.

Обирається рішення з найбільшим результатом. Таке рішення задачі припускає, що є достатньо інформації для визначення вагових коефіцієнтів.

Приклад із закупівлею тістечок (*приклад 4.2*) не дуже прийнятний для ілюстрації критерію Гурвиця, оскільки високі прибутки зустрічаються більш, ніж в одному результаті. Наприклад, якщо ми вирішили закуповувати три тістечка в день, найвищий прибуток у 1,80 грн. існує для попиту 3, 4 і 5 тістечок.

Спростимо таблицю прибутків (табл. 4.4), щоб проілюструвати вищезазначене і розглянемо низькі прибутки для кожного рішення і наслідки з високими доходами.

Нагадуємо, що ОПР не має у своєму розпорядженні даних про попит з табл. 4.3., тому їй потрібно самостійно обчислити вагові коефіцієнти для наслідків з низькими і високими прибутками. У даному випадку найнижчий прибуток з можливих – при одному тістечку в день, найвищий – при п’яти.

Припустимо, що ОПР встановила вагу для попиту одного тістечка в день рівним 0,4 а для попиту п’яти тістечок – 0,6. Використовуючи ці вагові коефіцієнти, складемо таблицю.

Таблиця 4.9

Прибуток за критерієм Гурвиця

Кількість тістечок, що закупили на день, од.	Прибуток у день, грн.		Вага*		Усього в день, грн.
	Низький	Високий	Низький x 0,4	Високий x 0,6	
1	0,6	0,6	0,24	0,36	0,24+0,36=0,6
2	0,2	1,2	0,08	0,72	0,08+0,72=0,8
3	-0,2	1,8	-0,08	1,08	-0,08+1,08=1,0
4	-0,6	2,4	-0,24	1,44	-0,24+1,44=1,2
5	-1,0	3,0	-0,40	1,80	-0,40+1,80=1,4 (максимум)

\* Студент може самостійно встановити вагові коефіцієнти на свій розсуд або скористатися наведеними

Якщо той, хто приймає рішення, використовує зазначені ваги, то його рішення за правилом Гурвиця буде полягати у тому, щоб закуповувати п’ять тістечок у день.

### Правило прийняття рішень з використанням кількісних значень імовірностей наслідків

У попередніх прикладах не використовувались дані про імовірності наслідків. Тепер спробуємо для прийняття рішень використовувати ці дані.

**Правило максимальної імовірності** – максимізація найбільш ймовірних доходів. Розглянемо відносну частоту (імовірність) денного попиту на тістечка.

Таблиця 4.10

Відносна частота (імовірність) денного попиту на тістечка\*

Кількість тістечок, що закупаються на день	1	2	3	4	5
Частота попиту	5	10	15	15	5
Відносна частота (імовірність) попиту	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

\* при розрахунку студентам слід скористатись таким розподілом, оскільки самостійно неможливо отримати дані щодо частоти попиту

Найбільша імовірність 0,3 відповідає попиту в три і чотири тістечка на день. Тепер розглянемо прибутки кожного з наслідків і виберемо найбільший (з табл. 4.4).

Таблиця 4.11

Максимальний прибуток для кожного з рішень

Кількість тістечок, що закупаються на день, од.	Максимальний прибуток у день, грн.
3	1,80, коли результат $\geq 3$
4	2,40, коли результат $\geq 4$

За цим правилом фірма "Кекс" повинна закуповувати чотири тістечка в день.

### Оптимізація математичного очікування

Найбільш розповсюджений спосіб використання ймовірностей при прийнятті рішень – це обчислення математичного очікування. Воно розраховується для кожного рішення або для доходів, або для можливих втрат. Обирається рішення з найбільш очікуваним прибутком, або з найменшими можливими втратами:

а) *максимізуємо очікуваний прибуток* для рішень:

$\Pi$  (прибуток від будь-якого рішення) =  $\sum$  (імовірність  $\times$  прибуток)  
підсумовуємо для всіх наслідків розглянутого рішення.

У прикладі з фірмою "Кекс" очікуваний прибуток у випадку, якщо вирішено закуповувати п'ять тістечок на початку кожного дня, дорівнює:

$$\begin{aligned} \Pi (\text{прибуток, якщо закупається п'ять тістечок}) &= \\ &= (0,1 \times (-1,0)) + (0,2 \times 0,0) + (0,3 \times 1,0) + (0,3 \times 2,0) + (0,1 \times 3,0) = 1,1 \text{ грн. на} \\ &\text{день.} \end{aligned}$$

(беремо дані про прибутки з табл. 4.4 та дані про імовірність з табл. 4.10).

За більшого часового проміжку, ніж одна закупівля, це означає, що при закупівлі п'яти тістечок на день середній прибуток становитиме 1,1 грн. на день.

Нижче наведена таблиця прибутків фірми "Кекс", доповнена значеннями ймовірностей (табл. 4.12). Слідом за нею – таблиця очікуваних прибутків для кожного рішення.

Таблиця 4.12

## Фактичні прибутки фірми

Можливі наслідки: денний попит на тістечка, од.	Прибуток у день з кількості тістечок, що закупаються, грн. (можливі рішення)					Імовірність
	1	2	3	4	5	
1	0,60	0,20	- 0,20	- 0,60	-1,00	0,1
2	0,60	1,20	0,80	0,40	0,0	0,2
3	0,60	1,20	1,80	1,40	1,00	0,3
4	0,60	1,20	1,80	2,40	2,00	0,3
5	0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	0,1

Таблиця 4.13

Розрахунок можливих прибутків (імовірність з табл. 4.10 × прибуток з табл. 4.4), грн.

Можливі наслідки: денний попит на тістечка, од.	Кількість тістечок, що закупаються в день (можливі рішення)				
	1	2	3	4	5
1	0,06	0,02	-0,02	-0,06	-0,10
2	0,12	0,24	0,16	0,08	0,0
3	0,18	0,36	0,54	0,42	0,30
4	0,18	0,36	0,54	0,72	0,60
5	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30
Очікуваний прибуток у день усього, грн.	0,60	1,10	1,40	1,40	1,10

Отже, максимальне значення очікуваного прибутку становить 1,40 грн. на день. Використовуючи критерій максимізації очікуваного прибутку, фірма "Кекс" повинна заповувати три або чотири тістечка в день. У прикладах цього типу, де рішення повторюється безліч разів, використання критерію математичного очікування найбільш прийнятне.

б) **Мінімізація очікуваних можливих втрат.** У даному випадку використовується та ж послідовність дій, лише з використанням таблиці можливих втрат (табл. 4.7) й імовірності кожного з наслідків. Обирається рішення, що призводить до найменших очікуваних можливих втрат, замість максимуму очікуваних доходів.

Таблиця 4.14

## Можливі втрати, грн.

Можливий денний попит на тістечка, од.	Можливі втрати: кількість тістечок, що закупаються в день (можливі рішення), од.					Імовірність
	1	2	3	4	5	
1	0,00	0,40	0,80	1,20	1,60	0,1
2	0,60	0,00	0,40	0,80	1,20	0,2
3	1,20	0,60	0,00	0,40	0,80	0,3
4	1,80	1,20	0,60	0,00	0,40	0,3
5	2,40	1,80	1,20	0,60	0,00	0,1

Як бачимо, мінімальні очікувані можливі втрати становлять 0,46 грн. на день, тому найкраще рішення – закуповувати три або чотири тістечка в день. Таке ж рішення варто прийняти при використанні критерію максимізації очікуваних доходів.

Таблиця 4.15

Розрахунок очікуваних можливих втрат (імовірність × втрати), грн.

Можливі наслідки: денний попит на тістечка, од.	Кількість тістечок, що закуповують на день (можливі рішення), од.				
	1	2	3	4	5
1	0,0	0,04	0,08	0,12	0,16
2	0,12	0,0	0,08	0,16	0,24
3	0,36	0,18	0,0	0,12	0,24
4	0,54	0,36	0,18	0,0	0,12
5	0,24	0,18	0,12	0,06	0,0
Очікувані можливі втрати в день: усього, грн.	1,26	0,76	0,46	0,46	0,76

### Залежність рішення від зміни значень ймовірностей

Значення ймовірностей, що використовуються, засновані або на наявній інформації, або на розрахунках. Однак, ці значення непостійні, і тому корисно знати, наскільки вагомою є залежність вибору рішення від зміни величини імовірності, тобто якою є чутливість рішень.

Аналіз чутливості є важливою темою. Сутність аналізу полягає в числовій оцінці зміни імовірності, що визначає вибір рішення. Для ілюстрації скористаємося прикладом з максимізацією очікуваних доходів. Нижче розглянута ситуація з одним основним і одним альтернативним варіантом рішення, хоча, як правило, на практиці альтернативних варіантів більше.

Таблиця 4.16

Залежність вибору рішення від змін значень ймовірностей

	Кількість тістечок, що закуповують на день (можливі рішення), од.				
	1	2	3	4	5
Базові імовірності	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1
Очікуваний прибуток у день, грн.	0,6	1,1	1,4	1,4	1,1
Альтернативні імовірності	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Очікуваний прибуток* у день, грн.	0,6	1,0	1,2	1,2	1,0

\* – розраховується як у п. 4.4.2

Альтернативний варіант передбачає рівну імовірність кожного стану ринку (щоденного попиту) –  $1/5=0,2$ .

Рішення, що дає максимальний прибуток – закуповувати три або чотири тістечка, не отримало змін, однак, середній прибуток в альтернативному варіанті знизився з 1,40 до 1,20 грн. на день.

Для такого висновку слід перерахувати табл. 4.13 для альтернативних імовірностей.

У даному випадку вибір рішення нечутливий до незначних змін імовірності, тобто не відбувається заміни обраного варіанту рішення на новий.

### **Вартість достовірної інформації**

Невизначеність при прийнятті рішень може бути зменшена шляхом аналізу додаткової інформації, однак за неї потрібно платити. Максимальна сума грошей, яку готовий заплатити підприємець, і є вартістю достовірної інформації. Якщо заздалегідь відомо, який з наслідків здійсниться, то можна прийняти рішення, що веде до максимального прибутку, проте це не означає, що ми можемо контролювати наслідки.

Наприклад, фірма "Кекс" приймає замовлення наступного дня. Контролювати їх кількість неможливо, однак можна, коригуючи кількість закуповуваних тістечок, максимізувати прибуток.

На кількість тістечок, що закуповують на день, тепер впливає число замовлень, що надходять.

Очікуваний прибуток дорівнює:

$$\Pi = \sum (\text{прибуток на обсяг замовлень, які надійшли,} \times \text{імовірність даного обсягу замовлень});$$

$$\Pi = (0,60 \times 0,1) + (1,20 \times 0,2) + (1,80 \times 0,3) + (2,40 \times 0,3) + (3,00 \times 0,1) = 1,86 \text{ грн.}$$

Вартість достовірної інформації становить різниця отриманої суми і максимального очікуваного прибутку без достовірної інформації. Для фірми



"Кекс" вартість достовірної інформації (грн.):  $1,86 - 1,40 = 0,46$  (грн./день).

Ця сума дорівнює мінімальним очікуваним можливим втратам.

Якщо відома вартість достовірної інформації, то відомий максимум, який можна заплатити за додаткову інформацію про імовірності наслідків. Таким чином, фірма "Кекс" може заплатити 0,46 грн. у день, щоб одержувати інформацію про попит, тобто це плата за свого роду "маркетингові дані".

Узагальнено проведені розрахунки в табл. 4.17.

Таблиця 4.17

*Рекомендоване рішення залежно від використовуваного підходу*

Підхід прийняття рішення	Рекомендована кількість тістечок для закупівлі на початку дня, од.
Макси-макси	П'ять
Макси-міні	Одне
Міні-макси	Три або чотири
Критерій Гурвиця	П'ять
Правило максимальної імовірності	Чотири
Оптимізація математичного очікування – максимізація прибутку	Три або чотири
Оптимізація математичного очікування – мінімізація можливих очікуваних втрат	Три або чотири
Залежність рішення від зміни значень ймовірностей	Три або чотири – нечутливе рішення до зміни ймовірностей
Вартість достовірної інформації	0,46 грн/день

Отже, як бачимо за розрахунками, рішення має варіації, залежно від підходу, який використовує ОПР. Тому з причин наявності невизначеності майбутнього у такій ситуації рішення має певну частку суб'єктивізму, тобто залежить від особи, яка приймає рішення.

### ***Постановка індивідуального завдання***

Організувати поставки віртуальної кондитерської фірми, виходячи з особливостей ринку, інформацію про які фірма отримала, здійснивши щоденні спостереження за попитом протягом певного періоду часу.

Для вирішення поставленої задачі необхідно використати дані за варіантами. Вихідні дані наведено у додатку Г, індивідуальний варіант обирається згідно з порядковим номером здобувача у списку академічної групи.

### ***Порядок виконання роботи***

1) Ознайомитися з теоретичними відомостями за темою практичного заняття.

2) Розв'язати індивідуальний варіант за наведеним прикладом практичного завдання.

При оформленні практичного заняття (у робочому зошиті студента з даної дисципліни) обов'язково відображаються:

- тематика та мета практичного заняття;
- короткі теоретичні відомості;
- постановка завдання та вихідні дані за варіантом;
- результати та аналіз розрахунків;
- висновки.

При підготовці до захисту студенти використовують не лише дані методичні вказівки, але і конспект лекцій та рекомендовану навчальну літературу за даною темою. Під час захисту роботи студент має довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанта завдання, зробити висновки та відповісти на контрольні запитання.

### ***Контрольні запитання***

- 1) Головна задача управлінського персоналу щодо прийняття рішень.
- 2) Дайте визначення концептам: «рішення», «оптимальне рішення», «найкраще рішення», «альтернативне рішення».
- 3) Назвіть основні етапи процесу прийняття рішення.
- 4) У яких випадках використовують кількісний аналіз ситуації?
- 5) Як вирішується питання стосовно урахування ризику і ймовірності?
- 6) Назвіть правила прийняття рішень без використання числових значень імовірності результату (наслідків).

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5

### Прийняття рішень в умовах ризику

#### *Мета практичного заняття:*

- 1) ознайомитися з технологією процесу прийняття рішень в умовах ризику;
- 2) проаналізувати елементи технології прийняття рішення;
- 3) навчитися визначати мету рішення проблеми, можливі варіанти рішень, знаходити альтернативи;
- 4) оцінити можливі наслідки рішення та приймати оптимальне рішення на основі поставленої мети.

#### *Теоретичні відомості*

Ухвалення оптимального рішення вчасно – головна задача управлінського персоналу будь-якої компанії. Неправильне або просто погане рішення може дорого коштувати компанії, мати фатальні і не виправні наслідки. Тому важливо, щоб ті, хто втягнутий у процес прийняття рішень, використовували всі наявні у них засоби і приймали „найкраще” рішення.

Насамперед визначимося з пріоритетами найкраще для кого або для чого? Перед тим як прийняти рішення, варто ретельно продумати його мету. Труднощі полягають у тому, що задачі різних підрозділів підприємства дуже суперечливі. Наприклад, таке просте питання, як розмір запасів на складі. Як визначити оптимальні для компанії запаси? Чи розраховувати ці цифри для компанії в цілому або вибрати пріоритетні напрямки і здійснювати контроль запасів так, щоб забезпечити оптимальні витрати для виконання окремих функцій без шкоди іншим. Цей процес називається субоптимізацією. Прийняття рішень – досить складний і цікавий процес, який носить винятково суб'єктивний характер.

Менеджери часто зустрічаються з проблемами, що спонукають їх застосовувати кількісний підхід при прийнятті рішень. Однак, необхідно пам'ятати, що звичайно рішення є результатом використання як кількісного, так і суб'єктивного підходів.

Пошук рішення починається з перерахування можливих варіантів і їх наслідків, а потім проводиться оцінка кожного результату. Така схема міркувань притаманна кількісному аналізу. Вище перераховані етапи важливі як у складних випадках, так і у простих.

Необхідно розуміти, що в будь-якому випадку вибір "кращого варіанта" залежить від обставин і точки зору того, хто приймає рішення.

У менеджменті для великої кількості випадків інформація є у більшому, чи меншому ступені неповною, тому значна частина управлінських рішень приймається в умовах ризику: невизначеності. Крім цього існує невизначеність вибору. Звичайно, з моменту прийняття рішення до його реалізації проходить деякий час, відтак точно визначити стан умов системи не завжди можливо.

За відсутності знання ймовірностей станів об'єктивних умов (а також суб'єктивних) і виникає невизначеність при виборі рішення.

Для обґрунтування рішення в умовах невизначеності, неповноти і неясності даних призначені *теоретико-ігрові методи*, до яких відносять теорію ігор і теорію статистичних рішень.

Теорія ігор використовується у тих випадках, коли ситуація викликана свідомими діями конкурентів.

Теорія статистичних рішень використовується у тих випадках, коли ситуація визначена обставинами, які невідомі або мають випадковий характер (це так звані „ігри з природою”), що, дійсно, характерно для процесів управління.

Розглянемо основні критерії, що використовуються для прийняття рішень у „іграх з природою” (зовнішнім середовищем).

### **Приклад 1**

Фірма вирішує побудувати готель на одному з курортів. Необхідно визначити найбільш доцільну кількість місць або кімнат в цьому готелі. Складають кошторис витрат на будівництво готелю з різною кількістю

кімнат, а також розраховують очікуваний прибуток в залежності від кількості кімнат, які були зайняті.

В залежності від прийнятого рішення – кількість кімнат в готелі може бути:  $X_i = 20, 30, 40, 50$  та кількість зайнятих кімнат:  $S_j = 0, 10, 20, 30, 40, 50$ , які залежить від випадкових факторів і фірмі невідомі. Отримують наступну таблицю річного прибутку:

Таблиця 5.1

Річний прибуток, тис. грн.

		Кількість зайнятих кімнат $S_j$					
		0	10	20	30	40	50
Кількість кімнат $X_i$	$S_j$						
	$X_i$						
	20	-121	62	245	245	245	245
	30	-168	14	198	380	380	380
	40	-216	-33	150	332	515	515
50	-266	-81	101	284	468	650	

Визначте (найбільшу) оптимальну кількість кімнат в готелі за критеріями: 1) Вальда, 2) Байєса – Лапласа, 3) Гурвиця, 4) Севіджа.

Використання критеріїв теорії ігор:

**1) Критерій Вальда (Критерій обережного спостереження):**

$$\text{За прикладом: } \max_{x_i}(\min_{S_j} U(x_i; S_j))$$

$$\max_{x_i}(\min_{S_j} \Delta_{ij}) = -121 \text{ тис.грн}; \quad x_{opt} = 20 \text{ кімнат}$$

де  $U(x_i; S_j)$  – очікувана економічна ефективність від і-го рішення j-ї стратегії.

Річний прибуток, тис. грн.

Кількість зайнятих кімнат  $S_j$ 

Кількість кімнат $X_i$	$S_j$	0	10	20	30	40	50	Min $E_{ij}$	Max (min $E_{ij}$ )
	20	-121	62	245	245	245	245	-121	-121
30	-168	14	198	380	380	380	-168		
40	-216	-33	150	332	515	515	-216		
50	-266	-81	101	284	468	650	-266		

Виходячи з результатів, критерій Вальда не може бути застосований, тому що в цьому випадку слід відмовитись від будівництва готелю.

## 2) Критерій Лапласа

Критерій Лапласа використовують за такої умови:

якщо стан середовища невідомий, то всі стани середовища вважаються однаково вірогідними:

$$p(S_i) = p(S_j) = \dots = p(S_k)$$

Головне правило визначається як:

Max  $E\{U(x_i)\}$  – максимальна корисність (ефективність) результату з множини оцінок  $\{U\}$  вигідності рішення  $l_{ij}$  окремих результатів при умові:

$$p(S_k) = \frac{1}{k},$$

де  $k$  – кількість станів (випадків) середовища.

Вигідність результату  $O_j$  при використанні рішення  $x_i$

$$l_{ij} = U(O_j; x_i)$$

Тоді критерій Лапласа має математичний вигляд:

$$\max_{x_i} \frac{1}{j} \sum_{j=1}^j U(x_i; S_j)$$

$$\max_{x_i} \frac{1}{6} \sum_{j=1}^6 l_{ij} = \max_{x_i} \bar{l}_i = \max\{154; 198; 210; 193\} = 210 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{тоді } x_{\text{opt}} = 40 \text{ кімнат}$$

### 3) Критерій Гурвиця

Якщо виразити очікувану економічну ефективність як:  $E_{ij}=(x_i;S_j)$ , то критерій Гурвиця має вигляд:

$$\max_{x_i} [\lambda \max_{S_j; (j)} E_{ij} + (1 - \lambda) \min_{S_j; (j)} E_{ij}];$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт оптимізму, який призначає особа, яка приймає рішення.

Для різних  $\lambda$  можна побудувати таблицю прибутків за критерієм Гурвиця.

$$H = | h_{ij} |,$$

$$\text{де } h_{ij} = [\lambda \max_j E_{ij} + (1 - \lambda) \min_j E_{ij}].$$

Таблиця 5.3

Розрахунок очікуваного прибутку за критерієм Гурвиця

$\lambda$	0,1	0,2	0,5	0,9
$X_i$				
20	-84	-48	62	208
30	-113	-58	106	325
40	-143	-70	150	442
50	-174	-83	192	558

Тоді оптимальна кількість кімнат в готелі в залежності від коефіцієнта віддавання переваги  $\lambda$ :

$\lambda_i$	0,1	0,2	0,5	0,9
$X_{\text{опт}}$	20	20	50	50

### 4) Критерій Севіджа

Якщо очікувані втрати виразити через  $Z_{ij}$ , тоді критерій Севіджа має вигляд:

$$\max_i \min_j U_c(x_i; S_j),$$

$$\text{де } U_c(x_i; S_j) = U(x_i; S_j) - \max_i U(x_i; S_j)$$

$$\max_i \min_j U_c(x_i; S_j),$$

Побудуємо матрицю втрат  $Z_{ij}$  („жалкувань”)

Таблиця 5.4

Розрахунок «жалкувань» (ризиків) за критерієм Севіджа

Кількість кімнат $X_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_{ij}$							
	$S_i$	0	10	20	30	40	50	Max $S_{ij}$
20		0	0	0	135	270	405	405
30		47	48	47	0	135	275	275
40		95	95	95	48	0	135	135
50		145	143	144	96	47	0	145

Використовуючи розрахунки, обране рішення за критерієм Севіджа має вигляд:

$$\min (\max U_{ijc}) = \min \{405; 275; 135; 145\} = 135 \text{ тис.грн.}$$

Таким чином, треба зробити вибір між різними рішеннями:

- 1) за критерієм Вальда – будувати 20 кімнат, або взагалі не будувати;
- 2) за критерієм Лапласа – будувати 40 кімнат, або взагалі не будувати;
- 3) за критерієм Гурвиця – будувати 20 кімнат, якщо замовник песиміст;  
і будувати 50 кімнат, якщо замовник оптиміст;
- 4) за критерієм Севіджа – будувати 40 кімнат.

Якому з рішень віддати перевагу?

Це визначається обранням відповідного критерія (Вальда, Лапласа, Гурвиця, Севіджа). При цьому не існує загальних рекомендацій і порад. Вибір критерія повинен здійснювати замовник з максимальним ступенем погодження щодо своїх цілей.

Якщо навіть мінімальний ризик не припустимий – треба використовувати критерій Вальда.

Якщо ризик припустимий без жалкування – то використовують критерій Севіджа.

Припустимо, для нашої задачі особа, яка приймає рішення (замовник) виділив у вихідній табл. 6.1 зону незадовільних результатів, що призводять до банкрутства, та зону сприятливих результатів, що призводять до виграшу.



Всі інші – зона проміжних результатів.

Таблиця 5.5

Річний прибуток, тис. грн.

		Кількість зайнятих кімнат $S_i$					
		$S_i$	0	10	20	30	40
Кількість кімнат $X_i$	$X_i$						
	20	-121	62	245	245	245	245
	30	-168	14	198	380	380	380
	40	-216	-33	150	332	515	515
	50	-266	-81	101	284	468	650
		Погані результати		Проміжні результати		Сприятливі результати	

Далі замовник (з досвіду, інтуїції, допоміжної інформації) визначає, суб'єктивно, імовірності:  $\alpha$  – отримати погані результати;  $\gamma$  – отримати блискучі результати.

Тоді проміжні результати оцінюються суб'єктивною імовірністю

$$\beta = 1 - \alpha - \gamma.$$

При заданих  $\alpha$ ,  $\beta$  і  $\gamma$  з врахуванням виділених зон визначається оцінка математичного очікування виграшу при стратегії  $x_i$

$$U(x_i) = \frac{\alpha \sum_{ij} P_{ij}}{N_i} + \beta \frac{\sum_{ir} Q_{ir}}{R_i} + \gamma \frac{\sum_{it} S_{it}}{T_i},$$

де  $\{P_{ij}\}; \{Q_{ir}\}; \{S_{it}\}$  – імовірнісні результати, віднесені відповідно до зон поганих, проміжних та сприятливих результатів при стратегії  $x_i$

$N_i, R_i, T_i$  – загальна кількість таких результатів відповідно до кожної зони.

Оптимальна стратегія  $x_i$  опт визначається:

$$\max_{x_i} U(x_i).$$

### Постановка індивідуального завдання

Виходячи з умов прикладу 5.1 та індивідуального варіанту (вихідні дані наведено у додатку Д, індивідуальний варіант обирається згідно з порядковим номером здобувача у списку академічної групи), вирішити

ситуаційні завдання, а саме – визначити оптимальне рішення щодо кількості кімнат у новому готелі, що планується побудувати: обрати стратегію, яка забезпечує максимальну очікувану ефективність за будь-яких ситуацій (станах зовнішнього середовища організації).

Пояснити алгоритм використання кожного критерію щодо прийняття рішення в умовах невизначеності і ризику.

Зробити остаточний вибір рішення, яке гарантує максимальну очікувану ефективність.

### ***Порядок виконання роботи***

1) Ознайомитися з теоретичними відомостями за темою практичного заняття.

2) Розв'язати індивідуальний варіант за наведеним прикладом практичного завдання.

При оформленні практичного заняття (у робочому зошиті студента з даної дисципліни) обов'язково відображаються:

- тематика та мета практичного заняття;
- короткі теоретичні відомості;
- постановка завдання та вихідні дані за варіантом;
- результати та аналіз розрахунків;
- висновки.

При підготовці до захисту студенти використовують не лише дані методичні вказівки, але і конспект лекцій та рекомендовану навчальну літературу за даною темою. Під час захисту роботи студент має довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанта завдання, зробити висновки та відповісти на контрольні запитання.

### ***Контрольні запитання***

1) Положення яких теорій використовуються при прийнятті рішень в умовах невизначеності і ризику?

2) Що викликає невизначеність?

3) Чим ускладнюється невизначеність?

- 4) В яких ситуаціях використовується теорія ігор?
- 5) В яких ситуаціях використовується теорія статистичних рішень?
- 6) Сформулюйте постановку задачі за теорією „ігор з природою”.
- 7) Чи може ОПР вплинути на появу результату рішення?
- 8) У якому випадку можлива зміна попереднього рішення?
- 9) Що таке міцність (чутливість) рішень?
- 10) В яких випадках враховується чутливість рішень щодо їх оптимізації?

## **ПРАКТИЧНА ЗАНЯТТЯ №6**

### **Метод аналізу ієрархій в прийнятті рішень щодо розташування логістичного центра**

*Мета практичного заняття:* засвоїти методіку використання методу аналізу ієрархій в прийнятті рішень

#### *Теоретичні відомості*

#### *Сутність МАІ*

Метод аналізу ієрархій (МАІ) розроблений та запропонований на початку 70-х років минулого століття відомим американським математиком Томасом Сааті (Пітсбургський університет). На пострадянському просторі з МАІ познайомилися після друку його книги в 1991 р.

В наш час МАІ має широке розповсюдження і застосовується на практиці у різних галузях, у тому числі успішно застосовуються на практиці для прийняття рішень у складних організаційно-технічних системах. Алгоритм застосування методу зовсім не залежить від сфери діяльності, в якій приймається рішення. Тому цей метод є універсальним, ефективним, простим та доступним нематематику. Оцінка варіантів рішень з використанням МАІ здійснюється як на основі об'єктивної, так і суб'єктивної інформації.

МАІ застосовується у випадках, коли перед експертом або особою що приймає рішення (ОПР) постає проблема вибору альтернативи за декількома критеріями. Альтернативи характеризуються деякою вагою, знаючи яку не важко обрати найкращу з них. Проблема складається з того, що вага заздалегідь невідома. Вона може бути отримана за допомогою МАІ.

Метод полягає в декомпозиції проблеми на більш прості складові і подальшій обробці суджень особи, що приймає рішення. В результаті визначається значущість досліджуваних альтернатив для всіх критеріїв ієрархії.

МАІ включає процедури синтезу множинних суджень, отримання пріоритетності критеріїв і відшукування альтернативних рішень.

Після окреслення проблеми необхідно побудувати ієрархію. В найбільш елементарному вигляді ієрархія будується з вершини (цілей в управлінні), через проміжні рівні (критерії, від яких залежать наступні рівні) до самого низького рівня (який звичайно виявляється переліком альтернатив).

#### **Приклад побудови ієрархії щодо задачі „вибір розташування логістичного центра”**

Розглядається 3 альтернативи розміщення ЛЦ (А, В, С). В результаті обговорення визначено 6 факторів – 1) географічні; 2) політичні; 3) потокові; 4) інфраструктурні; 5) економічні; 6) економіко-географічні.

Мета даної проблеми полягає у виборі місця вдалого розташування логістичного центра.

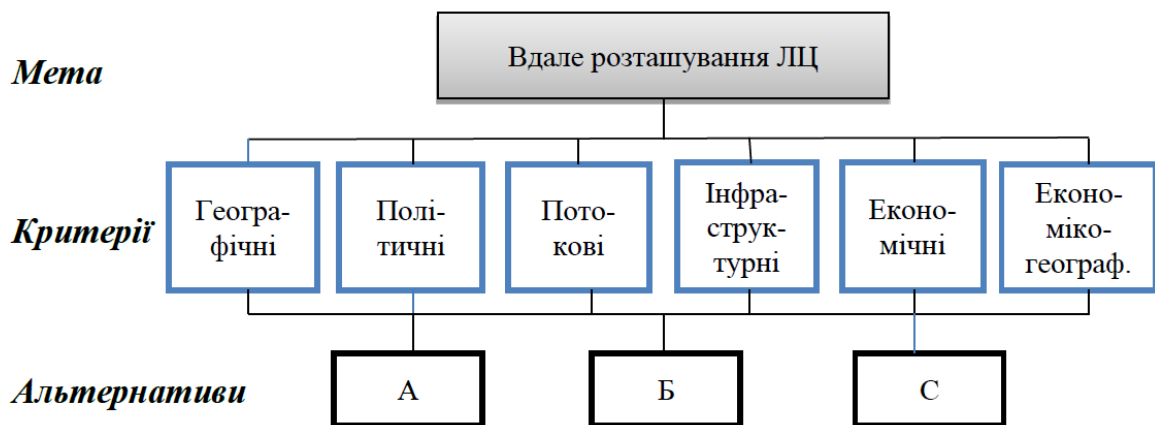


Рисунок 6.1. Декомпозиція задачі в ієрархію

Цей метод допоможе з'ясувати, яка альтернатива є найкращою.

**Шкала відносин та матриці парних порівнянь**

**Шкала відносин**

Для встановлення відносної важливості елементів ієрархії використовується шкала відносної важливості (табл. 6.1). Ця шкала дозволяє дати оцінку та провести парні порівняння елементів.

Таблиця 6.1

Шкала відносної важливості

Інтенсивність відносної важливості	Визначення	Пояснення
1	Рівна важливість	Рівний вплив двох елементів на ціль
3	Помірна перевага одного над іншим	Досвід і судження дають легку перевагу одному елементу над іншим
5	Суттєва або сильна перевага	Досвід і судження дають сильну перевагу одному елементу над іншим
7	Значна перевага	Одному елементу надається настільки сильна перевага, що вона стає практично визначальною
9	Дуже значна перевага	Очевидність переваги одного елемента над іншим підтверджується найбільш сильно
2,4,6,8	Проміжне рішення між двома сусідніми судженнями	Застосовуються в компромісному випадку
Обернені величини наведених вище значень (1/2, 1/5...)	Якщо при порівнянні одного елемента з іншим отримано одне з вищевказаних значень (наприклад 3), то при порівнянні другого елемента з першим отримаємо обернену величину (тобто 1/3)	

Існують теоретичні обґрунтування того, що для кращої узгодженості і точності експерту (індивіду) не слід порівнювати більше 9 об'єктів. Тому шкала обмежена 9-ти бальними оцінками.

### ***Матриці парних порівнянь***

Після побудови ієрархії визначається метод порівняння її елементів.

У МАІ є 3 методи порівняння альтернатив:

- попарне порівняння;
- порівняння альтернатив щодо стандартів;
- порівняння альтернатив копіюванням.

Останні 2 методи використовуються в тому випадку, коли з тих чи інших причин відсутні оцінки деяких альтернатив за деякими критеріями.

Розглянемо перший метод – попарного порівняння, де елементи задачі порівнюються попарно відносно їх впливу („ваги”, чи „інтенсивності”) на загальну для них характеристику.

У разі застосування методу попарного порівняння, будується декілька матриць парних порівнянь. Парні порівняння проводяться в термінах домінування одного елемента над іншим.

Нехай потрібно порівняти  $n$  елементів  $E_1, E_2, \dots, E_n$ , які мають вагу  $w_1, w_2, \dots, w_n$ . Тоді попарні порівняння матимуть наступний вигляд (табл. 6.2).

*Таблиця 6.2*

*Теоретичний вигляд парних порівнянь елементів*

	$E_1$	$E_2$	...	$E_n$
$E_1$	$w_1/w_1$	$w_1/w_2$	...	$w_1/w_n$
$E_2$	$w_2/w_1$	$w_2/w_2$	...	$w_2/w_n$
...	...	...	...	...
$E_n$	$w_n/w_1$	$w_n/w_2$	...	$w_n/w_n$

Очевидно, що попарні порівняння призводять до формування квадратної таблиці матричної форми з рівною кількістю рядків і стовбчиків, яка має властивості зворотної симетричності.

Однакова вага впливу вимірюється 1. Тому по діагоналі матриці попарних порівнянь завжди будуть одиниці.

Коли проблема відображена ієрархічно, то перша матриця складається для порівняння відносної важливості критеріїв на другому рівні по відношенню до загальної мети на 1-му. Аналогічні матриці будуються для парних порівнянь кожної альтернативи на 3-му рівні по відношенню до критеріїв 2-го рівня.

У загальному випадку вага елементів  $w_1, w_2, \dots, w_n$  невідома, тому для проведення суб'єктивних парних порівнянь використовуємо шкалу відношень, яка описана в таблиці відношень.

Попарне порівняння у матриці починається з лівого елемента матриці. Якщо елемент зліва важливіший ніж елемент зверху, то до клітини заноситься ціле значення (від 1 до 9), у протилежному випадку – обернене значення (дріб, тобто  $1/3$ ). У процесі реалізації попарних порівнянь зазвичай запитання формулюються наступним чином при порівнянні елементів  $E_1$  і  $E_2$ :

- Який з них важливіший чи більше впливає?
- Який з них імовірніший?
- Який з них має найбільшу перевагу?

Розглянемо на прикладі „Вибір місцерозташування ЛЦ”. Порівнюємо відносну важливість критеріїв на 2-му рівні по відношенню до мети (табл. 6.3)

Таблиця 6.3

Приклад парних порівнянь для рівня 2

Краще розташування	Географічні	Політичні	Потокові	Інфраструкт.	Економічні	Екон.-геогр.
Географічні	1	1/7	1/9	1/5	1/4	1/3
Політичні	7	1	1/3	3	3	5
Потокові	9	3	1	5	6	7
Інфраструкт.	5	1/3	1/5	1	2	4
Економічні	4	1/3	1/6	1/2	1	2
Екон.-геогр.	3	1/5	1/7	1/4	1/2	1

Оскільки на першому рівні ієрархії завжди знаходиться один елемент (мета проблеми), що передбачено методичними положеннями МАІ, то матриця попарних порівнянь для елементів другого рівня теж буде одна.

Наступний крок – порівняння усіх альтернатив по відношенню до критеріїв (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Вибір місця розташування: матриці попарних порівнянь для рівня 3

<b>Географічні</b>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<b>Політичні</b>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>A</i>	1	6	8	<i>A</i>	1	3	1/5
<i>B</i>	1/6	1	3	<i>B</i>	1/3	1	1/7
<i>C</i>	1/8	1/3	1	<i>C</i>	5	7	1
<b>Потокові</b>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<b>Інфраструктурні</b>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>A</i>	1	1/5	1/2	<i>A</i>	1	5	4
<i>B</i>	5	1	4	<i>B</i>	1/5	1	1/3
<i>C</i>	2	1/4	1	<i>C</i>	1/4	3	1
<b>Економічні</b>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<b>Економ.-геогр.</b>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>A</i>	1	1/9	1/3	<i>A</i>	1	1/7	1/5
<i>B</i>	9	1	7	<i>B</i>	7	1	3
<i>C</i>	3	1/7	1	<i>C</i>	5	1/3	1

Таким чином, необхідно розрахувати 7 матриць: 1 – для 2-го рівня, 6 – для 3-го.

### Розрахунок векторів пріоритетів

Після заповнення оцінками матриць парних порівнянь необхідно розрахувати вектор її пріоритетів, який визначає вплив елементів другого рівня на мету (фокус) проблеми. Для цього необхідно розрахувати множину власних векторів матриці та нормалізувати отриманий результат до одиниці.

*Порядок розрахунків:*

1) обчислюємо значення власного вектора матриці парних порівнянь по всіх рядках – це є корінь  $n$ -го ступеню з добутку елементів рядка, де  $n$  – кількість елементів у рядку.

$$E_1 g_1$$

$$E_2 g_2$$

$$E_n g_n$$

2) Розраховуємо суму власних векторів по рядкам:

$$\Sigma = g_1 + g_2 + \dots + g_n$$

3) Розраховуємо нормалізований вектор пріоритетів



Наступним кроком в обчисленнях є нормалізація отриманої таким чином колонки чисел шляхом поділу кожного з них на їх загальну суму (табл. 6.5)

Таблиця 6.5

*Приклад розрахунку нормалізованого вектора*

Географічні	А	Б	С	Оцінка компонент власного вектора за рядками	Розрахунок нормалізованого вектора
А	1	6	8	$g_1 = \sqrt[3]{1 \times 6 \times 8} = 3,634$	$3,634 / 4,775 = 0,761$
Б	1/6	1	3	$g_2 = \sqrt[3]{1/6 \times 1 \times 3} = 0,794$	$0,794 / 4,775 = 0,166$
С	1/8	1/3	1	$g_3 = \sqrt[3]{1/8 \times 1/3 \times 1} = 0,347$	$0,347 / 4,775 = 0,073$
Сума власних векторів по рядкам = 4,775					1

Це означає, що по відношенню до критерію «географічні фактори» найкращою альтернативою є місцезоташування «А» (вага 0,761), а найгіршою – місцезоташування «В» (вага 0,073).

Аналогічно розраховуються усі інші отримані таблиці, включаючи і табл. 6.3.

**Оцінка узгодженості даних в матриці парних порівнянь**

Усі виміри, в тому числі й у прикладах, мають погрішності вимірів, що може призвести до неузгоджених висновків. Відсутність погодженості може бути серйозним обмеженням при дослідженні деяких проблем.

*1) Визначаємо індекс узгодженості (ІУ), який свідчить про ступінь відхилення суб'єктивних оцінок від узгодженості.*

Якщо такі відхилення перевищують встановлені межі, тому хто проводить судження, потрібно їх перевірити.

Неузгодженість матриці парних порівнянь може бути викликана наступними 2 факторами: 1) особистими якостями експерта; 2) ступенем невизначеності об'єкта оцінки.

Тому при погано узгодженій матриці рекомендується: або замінити експертів; або знайти додаткові дані; або вирішити проблему іншим методом.

Така можливість є дуже серйозною перевагою МАІ

$$IU = (\lambda_{max} - n) / (n - 1), \quad (1)$$

де  $\lambda_{max}$  – найбільше власне значення матриці суджень (найбільше власне значення обернено симетричної матриці);  $n$  – число порівнюваних елементів.

Найбільше власне значення матриці суджень визначається за формулою:

$$\lambda_{max} = \Sigma_1 \times w_1 + \Sigma_2 \times w_2 + \dots + \Sigma_n \times w_n, \quad (2)$$

де  $\Sigma_n$  – сума кожного стовпця матриці суджень;

$w_n$  – компонента нормалізованого вектора пріоритетів.

Знаходимо суму кожного стовпця суджень матриці, потім суму по першому множимо на величину першої компоненти (елемента) нормалізованого вектора пріоритетів, суму по кожному стовбцю множимо на величину другої компоненти (елемента) нормалізованого вектора пріоритетів і т.д. Потім розраховуємо суму отриманих даних.

Для даних з табл. 5 розрахунки виконуються наступним чином:

$$\lambda_{max} = (1+1/6+1/8) \times 0,761 + (6+1+1/3) \times 0,166 + (8+3+1) \times 0,073 = 3,076$$

$$IY = (3,076 - 3) / (3 - 1) = 0,038$$

## **2) Розраховуємо відношення узгодженості (ВУ)**

Треба порівняти індекс погодженості з тією величиною, яка була б отримана при випадковому виборі кількісних суджень.

Показник ВС характеризує погодженість безлічі суб'єктивних оцінок, отриманих способом парного порівняння і представлених у вигляді відносин переваги порівнюваних властивостей.

$$BY = (IY / SS) \times 100\%, \quad (3)$$

де SS – випадкова узгодженість, тобто число, яке відповідає випадковій узгодженості матриці того порядку.

Таблиця 6.6

Значення середньої погодженості для випадкових матриць різного порядку

Розмір матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Випадкова погодженість	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Якщо значення ВУ більше ніж 10% (як окремий випадок 20%), то вихідна інформація неприпустимо перекручена ОПР (суперечливість інформації вище норми). У цьому випадку прийняті рішення будуть характеризуватися великою неточністю і дуже низькою якістю. Отже, потрібен перегляд вихідної інформації або залучення додаткових джерел її одержанні.

Розрахунок для наведеного прикладу:

$$ВУ = (0,038 / 0,58) \times 100\% = 6,55\%$$

Отже, значення відношення узгодженості складає 6,55%, це менше 10%, тому можна стверджувати, що використані дані не суперечливі, тому їх можна використовувати у висновках.

Результати аналогічних розрахунків для всіх вихідних даних приведені в табл. 6.7. і табл. 6.8.

Таблиця 6.7

Розрахунок показників для другого рівня

Краще місце	Географічні	Політичні	Потокові	Інфраструкт.	Економічні	Екон.-геогр.	Нормалізований вектор пріоритетів
Географічні	1	1/7	1/9	1/5	1/4	1/3	0,04
Політичні	7	1	1/3	3	3	5	0,24
Потокові	9	3	1	5	6	7	0,42
Інфраструкт.	5	1/3	1/5	1	2	4	0,14
Економічні	4	1/3	1/6	1/2	1	2	0,10
Екон.-геогр.	3	1/5	1/7	1/4	1/2	1	0,06
$\lambda_{max} = 7,006142$							
$IУ = 0,201228$							
$ВУ = 16\%$							

Результати розрахунку показників для третього рівня

Географічні	А	Б	С	Вектор пріоритетів	Політичні	А	Б	С	Вектор пріоритетів
А	1	6	8	0,761	А	1	3	1/5	0,188
Б	1/6	1	3	0,166	Б	1/3	1	1/7	0,081
С	1/8	1/3	1	0,073	С	5	7	1	0,731
				$\lambda_{\max} = 3,076$ $IY = 0,038$ $VY = 6,55\%$					$\lambda_{\max} = 3,065$ $IY = 0,032$ $VY = 5,59\%$
Поток.	А	Б	С		Інфрастр.	А	Б	С	
А	1	1/5	1/2	0,117	А	1	5	4	0,674
Б	5	1	4	0,683	Б	1/5	1	1/3	0,101
С	2	1/4	1	0,199	С	1/4	3	1	0,225
				$\lambda_{\max} = 3,025$ $IY = 0,012$ $VY = 2,12\%$					$\lambda_{\max} = 3,086$ $IY = 0,043$ $VY = 7,39\%$
Економ.	А	Б	С		Екон.-геог.	А	Б	С	
А	1	1/9	1/3	0,066	А	1	1/7	1/5	0,072
Б	9	1	7	0,785	Б	7	1	3	0,649
С	3	1/7	1	0,149	С	5	1/3	1	0,279
				$\lambda_{\max} = 3,08$ $IY = 0,04$ $VY = 6,92\%$					$\lambda_{\max} = 3,065$ $IY = 0,032$ $VY = 5,59\%$

### 3) Розрахунок глобальних векторів пріоритетів на основі принципу синтезу

Основним завданням МАІ є розрахунок глобальних пріоритетів альтернатив відносно всієї ієрархії.

Тому далі необхідно зважити нормалізовані вектори, отримані з матриць попарних порівнянь для елементів нижчого рівня, на пріоритети вищого рівня. Це досягається шляхом перемноження справа матриці нормалізованих векторів, розрахованих для кожного причинно-наслідкового зв'язку між елементами сусідніх рівнів, на вектор пріоритетів елементів вищого рівня.

У нас розраховані нормалізовані вектори пріоритетів по всіх матрицях (табл. 6.9).

Таблиця 6.9

Розрахунок глобальних векторів пріоритетів

	Географічні (0,04)	Політичні (0,24)	Потокові (0,42)	Інфраструкт. (0,14)	Економічні (0,10)	Екон.-географ. (0,06)	Узагальнені (глобальні) пріоритети
А	0,761	0,188	0,117	0,674	0,066	0,072	0,229
Б	0,166	0,081	0,683	0,101	0,785	0,649	0,445
С	0,073	0,731	0,199	0,225	0,149	0,279	0,325

Отже, за розрахунками найбільшу перевагу має місцезоташування Б, а найменшу – місцезоташування А.

Нагадаємо етапи методу аналізу ієрархій:

- 1) Окреслення та дослідження проблеми. Визначення глобальної мети.
- 2) Побудова ієрархії: від вершини (мети) через проміжні рівні (критерії) до нижнього рівня альтернатив.
- 3) Побудова множини матриць парних порівнянь. Матриця будується для глобальної мети і для кожного з елементів проміжних рівнів.
- 4) Розрахунок власних векторів і додаткових величин (відношення узгодженості) по кожній з матриць парних порівнянь.
- 5) Ієрархічний синтез (розрахунок глобальних пріоритетів альтернатив).

#### ***Порядок виконання роботи***

- 1) Ознайомитися з теоретичними відомостями за темою практичного заняття.
- 2) Занотувати основні аспекти використання МАІ.
- 3) Скласти алгоритм застосування МАІ.
- 2) При оформленні практичного заняття (у робочому зошиті студента з даної дисципліни) обов'язково відображаються:
  - тематика та мета практичного заняття;
  - короткі теоретичні відомості;
  - постановка завдання та вихідні дані;
  - результати та аналіз розрахунків;
  - висновки.

При підготовці до захисту студенти використовують не лише дані методичні вказівки, але і конспект лекцій та рекомендовану навчальну літературу за даною темою. Під час захисту роботи студент має довести правильність розрахунків відповідно до свого індивідуального варіанта завдання, зробити висновки та відповісти на контрольні запитання.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова

1. Теорія прийняття рішень : підручник / за заг. ред. М. П. Бутка. – К. : ЦУЛ, 2015. – 383 с.
2. Прийняття управлінських рішень : навчальний посібник / [Ю. Є. Петруня, Б. В. Літовченко, Т. О. Пасічник та ін.] ; за ред. Ю. Є. Петруні. – [3-тє вид., переробл. і доп.]– Дніпропетровськ : Університет митної справи та фінансів, 2015. – 209 с.
3. Балджи М.Д., Карпов В.А., Ковальов А.І., Костусев О.О., Котова І.М., Сментина Н.В. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків: Навчальний посібник. – Одеса: ОНЕУ, 2013. – 670 с.

### Допоміжна

1. Атаманчук П. С. Безпека життєдіяльності: навч. посібник для студ. вузів. - К. : Центр учбової літератури, 2011. – 350 с.
2. Гаркуша Н. М. Моделі і [методи прийняття рішень](#) в аналізі та аудиті: навч.посіб./ Н.М.Гаркуша, О.В.Цуканова, О.О.Горошанська.– К.: Знання, 2012.– 591 с.
3. Гнатієнко Г.М. [Експертні технології і прийняття рішень](#) : монографія / Г.М. Гнатієнко, В.Є. Снитюк. – К. : Маклаут, 2008. – 442 с.
4. Іванієнко В.В., Отенко В.І. Моделі і [методи прийняття рішень](#) в аналізі та аудиті : Навч.посіб. / В.В. Іванієнко. – Харків : ІД «ИНЖЕК», 2012. – 304 с.
5. Коновалова О.В. Охорона праці. Практикум: навч. посіб. / О.В. Коновалова – К.: Центр учбової літератури 2015. – 98 с.
6. Обґрунтування господарських рішень та оцінювання ризиків : навч. посіб. : рекомендовано МОН України / Л.І. Донець, О.В. Шепеленко, С.М. Баранцева та ін. – К. : ЦНЛ, 2012. – 471 с.
7. Сметанко О.В. Моделі і [методи прийняття рішень](#) в аналізі та аудиті : навч. посіб. /О. В. Сметанко, І. С. Шарапова. – К. : «Центр учбової літератури», 2013. – 456 с.
8. Sven Ove Hansson, «Decision Theory: A Brief Introduction», <http://www.infra.kth.se/~soh/decisiontheory.pdf>.
9. Paul Goodwin and George Wright, Decision Analysis for Management Judgment, 3rd edition. Chichester: Wiley, 2004
10. D.W. North. «A tutorial introduction to decision theory». IEEE Trans. Systems Science and Cybernetics, 4(3), 1968. Reprinted in Shafer & Pearl.
11. Glenn Shafer and Judea Pearl, editors. Readings in uncertain reasoning. Morgan Kaufmann, San Mateo, CA, 1990.
12. Howard Raiffa Decision Analysis: Introductory Readings on Choices Under Uncertainty. McGraw Hill. 1997.
13. Morris De Groot Optimal Statistical Decisions. Wiley Classics Library. 2004. (Originally published 1970.).

14. Khemani , Karan, Ignorance is Bliss: A study on how and why humans depend on recognition heuristics in social relationships, the equity markets and the brand market-place, thereby making successful decisions, 2005.
15. James O. Berger Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis. Second Edition. 1980. Springer Series in Statistics..
16. Anderson, Barry F. [The Three Secrets of Wise Decision Making](#). Single Reef Press. 2002.

**Вихідні дані до практичного заняття № 1 «Прийняття рішень методом  
Декарта»**

№	<b>Завдання 1.</b> Прийняття рішення методом Декарта (оформити у вигляді 3-4 слайдів презентації)	<b>Завдання 2.</b> Навести ланцюг рішень (до 10-15), які послідовно приймаються під час вирішення наступної проблеми (Оформити у вигляді 1-2 слайдів презентації)
1	Закрити власний бізнес і піти працювати найманим працівником	Вранці бути в університеті о 8-00
2	Стати самостійним, почати жити окремо від батьків	Вранці прокинулись в незнайомому місці (згодом з'ясувалось, що в іншому часі)
3	Самостійно відремонтувати зламаний ноутбук	Продати речі, зроблені власноруч
4	Переїхати жити у сільську місцевість/місто	Здійснити покупки в онлайн магазині
5	Стати волонтером	Здійснити покупки в офлайн магазині
6	Стати відомим політиком	Здати достроково сесію
7	Вийхати жити за кордон	Організувати порятунок тварин, які потерпають від морозів
8	Одружитись або почати спільне життя з іншою людиною	Помиритися з людиною, з якою маєте давній конфлікт
9	Стати веганом і присвятити себе проблемі захисту тварин	Організувати благодійний аукціон, зібрати потрібну суму коштів
10	Почати працювати і перейти на заочну форму навчання	До кінця календарного року встановити світовий рекорд (в будь-чому на вибір, Наприклад, в спорті)
11	Змінити спеціальність, за якою здобуваєте вищу освіту	Стали свідком злочину, є підозра, що злочинець вас помітив
12	Почати працювати, продовжуючи навчатись на денній формі	Змінити свій імідж
13	Започаткувати власний бізнес	Отримали (виграли) велику суму грошей
14	Завести собаку	Організувати зустріч однокласників
15	Придбати автомобіль	Заробити протягом року 1 млн грн
16	Отримувати вищу освіту за двома спеціальностями одночасно	Вести здоровий спосіб життя
17	Обрати англійський курс дисциплін в університеті	Регулярно займатися спортом
18	Подати власний проект на конкурс StartUp	Вільно спілкуватися англійською



**Приклад вихідних даних до практичного заняття № 2 «Використання експертних оцінок при прийнятті інтуїтивних рішень»**

"Показники безалкогольного напою"

<b>Показники безалкогольного напою</b>	<b>Оцінка важливості показника при прийнятті рішення про купівлю безалкогольного напою</b> (0 – не важливий показник, 100 – найбільша важливість)
1. Смак	
2. Ціна	
3. Хімічний склад	
4. Зовнішні вигляд упаковки	
5. Бренд	
6. Розмір упакування (об'єм)	
7. Дизайн упаковки	
8. Термін придатності	
9. Енергетична цінність	
10. Калорійність напою	

**Вихідні дані до практичного заняття № 3 «Використання «дерева рішень» в процесі прийняття управлінських рішень»**

<b>Варіант</b>	<b>Вартість послуг ріелтора</b>	<b>Вартість оренди квартири на місяць</b>
1	500	2000
2	400	2500
3	450	1900
4	550	2200
5	600	2300
6	420	2400
7	400	2000
8	500	2500
9	550	1900
10	600	2200
11	420	2300
12	500	2400
13	450	2100
14	480	3000
15	500	2600
16	520	2000
17	530	2200
18	500	3000
19	500	2400
20	500	1900

## Вихідні дані до практичного заняття № 4 «Прийняття рішень в умовах невизначеності»

<b>1 варіант</b>						<b>2 варіант</b>							
Собівартість виробів = 2,35 грн.; Ціна продажу = 3,10 грн.; Ціна залишків = 2,10 грн.						Собівартість виробів = 4,10 грн.; Ціна продажу = 5,00 грн.; Ціна залишків = 4,00 грн.							
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						
		10	20	30	40		50		4	8	12	14	18
	11							3					
	22							7					
	33							11					
	44							15					
	49							17					
<b>3 варіант</b>						<b>4 варіант</b>							
Собівартість виробів = 2,00 грн.; Ціна продажу = 2,75 грн.; Ціна залишків = 2,50 грн.						Собівартість виробів = 3,35 грн.; Ціна продажу = 3,90 грн.; Ціна залишків = 3,50 грн.							
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						
		2	4	6	8		10		4	6	8	10	12
	1							5					
	3							7					
	5							9					
	7							11					
9						13							
<b>5 варіант</b>						<b>6 варіант</b>							
Собівартість виробів = 5,20 грн.; Ціна продажу = 5,70 грн.; Ціна залишків = 5,00 грн.						Собівартість виробів = 4,38 грн.; Ціна продажу = 5,12 грн.; Ціна залишків = 4,50 грн.							
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						
		3	4	5	6		7		4	6	8	10	12
	2							2					
	3							5					
	5							9					
	7							10					
10						14							
<b>7 варіант</b>						<b>8 варіант</b>							
Собівартість виробів = 1,75 грн.; Ціна продажу = 2,80 грн.; Ціна залишків = 1,5 грн.						Собівартість виробів = 2,17 грн.; Ціна продажу = 3,00 грн.; Ціна залишків = 2,00 грн.							
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						
		3	4	6	8		12		4	8	16	32	40
	1							4					
	5							12					
	7							16					
	9							32					
11						42							

<b>9 варіант</b>							<b>10 варіант</b>						
Собівартість виробів = 3,15 грн.; Ціна продажу = 4,55 грн.; Ціна залишків = 4,00 грн.							Собівартість виробів = 8,50 грн.; Ціна продажу = 9,20 грн.; Ціна залишків = 7,15 грн.						
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					
		12	14	16	18	20			6	8	11	15	18
	11							5					
	13							9					
	17							12					
	19							17					
	20							21					
<b>11 варіант</b>							<b>12 варіант</b>						
Собівартість виробів = 3,15 грн.; Ціна продажу = 4,55 грн.; Ціна залишків = 4,00 грн.							Собівартість виробів = 8,50 грн.; Ціна продажу = 9,20 грн.; Ціна залишків = 7,15 грн.						
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					
		5	10	15	20	25			14	16	18	20	22
	4							10					
	8							15					
	12							19					
	18							21					
	24							23					
<b>13 варіант</b>							<b>14 варіант</b>						
Собівартість виробів = 5,85 грн.; Ціна продажу = 6,45 грн.; Ціна залишків = 6,00 грн.							Собівартість виробів = 3,00 грн.; Ціна продажу = 4,00 грн.; Ціна залишків = 2,00 грн.						
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					
		3	5	8	11	15			24	28	36	38	40
	1							20					
	4							26					
	7							30					
	10							39					
	14							42					
<b>15 варіант</b>							<b>16 варіант</b>						
Собівартість виробів = 0,99 грн.; Ціна продажу = 1,99 грн.; Ціна залишків = 1,00 грн.							Собівартість виробів = 3,40 грн.; Ціна продажу = 4,20 грн.; Ціна залишків = 3,00 грн.						
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					
		15	21	26	29	33			11	22	33	44	55
	10							10					
	19							20					
	25							30					
	28							40					
	34							50					

<b>17 варіант</b>						<b>18 варіант</b>							
Собівартість виробів = 7,00 грн.; Ціна продажу = 9,00 грн.; Ціна залишків = 7,00 грн.						Собівартість виробів = 8,00 грн.; Ціна продажу = 11,00 грн.; Ціна залишків = 8,15 грн.							
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						
		8	12	15	19		24		6	12	18	24	28
	7							5					
	11							13					
	16							19					
	20							25					
23						29							
<b>19 варіант</b>						<b>20 варіант</b>							
Собівартість виробів = 0,88 грн.; Ціна продажу = 2,88 грн.; Ціна залишків = 0,8 грн.						Собівартість виробів = 1,17 грн.; Ціна продажу = 3,17 грн.; Ціна залишків = 2,00 грн.							
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						
		7	17	27	37		47		11	14	18	23	27
	6							13					
	16							15					
	16							17					
	36							21					
45						26							
<b>21 варіант</b>						<b>22 варіант</b>							
Собівартість виробів = 2,70 грн.; Ціна продажу = 5,10 грн.; Ціна залишків = 2,00 грн.						Собівартість виробів = 10,15 грн.; Ціна продажу = 11,99 грн.; Ціна залишків = 10,15 грн.							
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						
		8	10	20	27		31		6	9	15	19	24
	5							7					
	11							8					
	19							16					
	18							17					
30						22							
<b>23 варіант</b>						<b>24 варіант</b>							
Собівартість виробів = 4,45 грн.; Ціна продажу = 6,05 грн.; Ціна залишків = 6,00 грн.						Собівартість виробів = 5,55 грн.; Ціна продажу = 7,20 грн.; Ціна залишків = 5,15 грн.							
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						
		13	15	17	19		25		1	5	9	15	17
	12							2					
	14							5					
	18							11					
	20							13					
24						16							

25 варіант						26 варіант							
Собівартість виробів = 7,05 грн.;						Собівартість виробів = 5,80 грн.;							
Ціна продажу = 8,99 грн.;						Ціна продажу = 6,80 грн.;							
Ціна залишків = 8,00 грн.						Ціна залишків = 5,00 грн.							
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						
		15	20	25	30		33		22	24	26	28	30
	13							21					
	19							23					
	24							25					
	31							27					
	33							29					
27 варіант						28 варіант							
Собівартість виробів = 0,75 грн.;						Собівартість виробів = 12,5 грн.;							
Ціна продажу = 1,05 грн.;						Ціна продажу = 15,5 грн.;							
Ціна залишків = 0,95 грн.						Ціна залишків = 7,00 грн.							
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						
		20	24	28	32		35		3	8	11	15	16
	22							2					
	23							6					
	29							10					
	33							14					
	35							16					
29 варіант						30 варіант							
Собівартість виробів = 1,25 грн.;						Собівартість виробів = 2,8 грн.;							
Ціна продажу = 3,55 грн.;						Ціна продажу = 3,20 грн.;							
Ціна залишків = 3,00 грн.						Ціна залишків = 2,15 грн.							
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу						
		4	9	13	16		21		5	8	11	18	23
	5							4					
	8							7					
	14							10					
	17							19					
	20							22					

**Вихідні дані до практичного заняття № 5 «Прийняття рішень в умовах ризику»**

Річний прибуток фірми, тис грн.

1 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-20	6	60	180	180	180
	20	-50	1	30	87	87	87
	30	-120	-3	23	73	140	140
	40	-180	-21	11	54	109	310

2 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-10	4	70	70	70	70
	20	-25	2	30	50	93	93
	30	-55	-4	19	21	103	190
	40	-89	-10	7	17	60	300

3 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-100	-38	145	145	145	145
	20	-68	-86	98	280	280	280
	30	-116	-133	50	230	410	410
	40	-166	-181	1	360	510	700

4 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-71	12	195	195	195	195
	20	-118	-36	158	240	240	240
	30	-166	-83	100	102	302	302
	40	-216	-121	71	286	309	600

5 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-21	-60	80	316	316	316
	20	-68	-19	17	197	204	204
	30	-116	-31	-30	148	190	390
	40	-180	-40	-81	95	173	525

6 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-71	12	62	245	245	245
	20	-118	-48	15	196	370	370
	30	-166	-109	-34	145	301	450
	40	-201	-73	-89	115	270	452

7 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-81	22	132	132	132	132
	20	-128	5	76	160	160	160
	30	-176	-12	50	138	282	282
	40	-226	-27	102	108	140	390

8 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-10	4	80	100	100	100
	20	-25	1	40	91	181	181
	30	-55	-5	20	30	112	177
	40	-90	-12	8	22	140	234



9 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-221	-40	100	100	100	100
	20	-268	-78	-14	103	200	200
	30	-316	-133	-19	67	415	415
	40	-366	-181	-67	84	507	564

10 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-70	50	234	234	234	234
	20	-138	4	180	370	370	370
	30	-166	-20	101	310	207	207
	40	-206	-80	53	127	243	480

11 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-90	32	65	260	260	260
	20	-138	-16	16	226	407	407
	30	-186	-66	180	359	542	542
	40	-235	-97	131	332	402	630

12 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-30	16	61	61	61	61
	20	-42	4	50	95	95	95
	30	-54	-8	38	83	129	129
	40	-91	-20	25	71	117	163

13 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-40	21	82	82	82	82
	20	-56	5	66	126	126	126
	30	-72	-11	50	111	172	172
	40	-89	-27	33	71	156	217

14 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	10	-60	31	123	123	123	123
	20	-84	7	189	290	290	290
	30	-108	-17	75	143	258	258
	40	-132	-40	53	142	234	325