

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ ТА УПРАВЛІННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕНЕДЖМЕНТУ

**КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ І МАТЕМАТИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ**

МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ
методичні рекомендації
для проведення практичних (семінарських) занять
з навчальної дисципліни
для здобувачів освітнього рівня «доктор філософії»
денної форми навчання
спеціальності 073 «Менеджмент»

Миколаїв
2019

УДК 519.86:005.93
М74

Друкується за рішенням науково-методичною комісією факультету менеджменту Миколаївського національного університету від 27.12.2019 року протокол № 5.

Укладачі:

- О. В. Шобаніна – д-р екон. наук, професор, професор кафедри економічної кібернетики і математичного моделювання, Миколаївський національний аграрний університет;
- В. П. Клочан – канд. екон. наук, доцент, завідувач кафедри економічної кібернетики і математичного моделювання, Миколаївський національний аграрний університет;
- І. В. Клочан – д-р екон. наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики і математичного моделювання, Миколаївський національний аграрний університет;
- С. І. Тищенко – канд. пед. наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики і математичного моделювання, Миколаївський національний аграрний університет;
- А. М. Могильницька – канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри економічної кібернетики і математичного моделювання, Миколаївський національний аграрний університет;
- В. О. Крайній – канд. екон. наук, доцент кафедри економічної кібернетики і математичного моделювання, Миколаївський національний аграрний університет;
- І. І. Хилько – старший викладач кафедри економічної кібернетики і математичного моделювання, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

Стройко Т.В. - д-р. екон. наук, професор, завідувач кафедри економіки та менеджменту, Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

Максименко А. Г. - канд. екон. наук, доцент кафедри менеджменту та маркетингу, Миколаївський національний аграрний університет

© Миколаївський національний аграрний університет, 2019

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Перелік та план практичних занять	5
Практичне заняття № 1 Складання математичних моделей	6
Практичне заняття № 2,3. Задача лінійного програмування	30
Практичне заняття № 4 Задача про призначення	60
Практичне заняття № 5 Задача на використання платіжної матриці	42
Практичне заняття № 6 Задача на дерево рішень	45
Практичне заняття № 7 Імітаційне моделювання	58
Практичне заняття № 8 Сітьове моделювання	69
Практичне заняття № 9 Прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності	87
Практичне заняття № 10 Метод експертних оцінок	94
ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ	107
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ	108
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	111

ВСТУП

Зміна суспільного ладу, що відбулася в Україні, спричинила впровадження ринкових інструментів в управління економікою та господарством, розширила «інтелектуальні» можливості систем управління. Усе це робить украї потрібними нові та більш розроблені методи управління та прийняття управлінських рішень на всіх ієрархічних рівнях.

Щоб опанувати методи прийняття управлінських рішень, має бути не тільки відповідне теоретичне обґрунтування підходів до виконання цього завдання, а й готовність практики до сприйняття рекомендацій науки. Специфічна особливість освоєння цього курсу — не лише набуття знань про застосування моделювання управлінських рішень, а й вироблення навичок практичного використання цих знань.

Вивчати дисципліну доцільно після засвоєння здобувачами вищої освіти комплексу потрібних знань у галузі природничих, суспільних, технічних і гуманітарних дисциплін, а також умінь використовувати їх у практичній управлінській діяльності.

Перелік та план практичних занять

Змістовий модуль 1. Основи моделювання управлінських рішень

- Заняття 1. Складання математичних моделей.....1 год.
Заняття 2. Задача лінійного програмування.....1 год.
Заняття 3. Задача лінійного програмування.....1 год.
Заняття 4. Задача про призначення.....1 год.
Заняття 5. Задача на використання платіжної матриці.....2 год.

Змістовий модуль 2. Теоретичні засади розробки управлінських рішень

- Заняття 6. Задача на дерево рішень.....6 год.
Заняття 7. Імітаційне моделювання.....1 год.
Заняття 8. Сітьове моделювання.....1 год.

Змістовий модуль 3. Практика розробки управлінських рішень

- Заняття 9. Прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності..2 год.
Заняття 10. Метод експертних оцінок.....2 год.

Разом 18 годин

Практичне заняття № 1 Складання математичних моделей (1год.)

Мета: ознайомлення з основними моделями обґрунтування управлінських рішень.

У результаті вивчення теми здобувач вищої освіти повинен:

знати: сутність та класифікацію методів обґрунтування управлінських рішень.

вміти: застосовувати придбані знання на практиці.

План заняття:

1. Метод платіжної матриці та метод «дерева рішень» в умовах імовірнісної визначеності інформації;
2. Методи теорії статистичних рішень та методу теорії ігор в умовах невизначеності;
3. Метод експертних оцінок як інструмент прийняття рішень в умовах, коли фактори не піддаються кількісному вимірюванню;
4. Аналіз взаємозв'язку витрат, обсягу діяльності та прибутку для прийняття управлінського рішення;
5. Метод обмежуючих факторів для прийняття рішень у виробничому середовищі;
6. Метод аналізу ієрархій (МАІ) як інструмент прийняття управлінського рішення.

Основні терміни та поняття: Кількісні методи. Якісні методи. Аналітичні методи. Методи математичного програмування. Метод «платіжної матриці». Метод «дерева рішень». Методи теорії ігор. Методи теорії статистичних рішень. Метод лімітуючих факторів. Метод аналізу ієрархій. Точка беззбитковості.

Основні положення

У сучасній літературі з теорії прийняття рішень існують різні підходи щодо класифікації методів обґрунтування управлінських рішень. Відповідно до цього способу методи обґрунтування управлінських рішень поділяються на кількісні та якісні.

Кількісні методи (або методи дослідження операцій) застосовують, коли фактори, що впливають на вибір рішення, можна кількісно визначити та оцінити. Якісні методи використовують тоді, коли фактори, що визначають прийняття рішення не можна кількісно охарактеризувати або вони взагалі не піддаються кількісному вимірюванню. До якісних методів належать в основному експертні методи.

Кількісні методи залежно від характеру інформації, яку має особа, яка приймає рішення, поділяються на:

1. методи, що застосовуються в умовах однозначної визначеності інформації про ситуацію прийняття рішення (аналітичні методи та частково методи математичного програмування);
2. методи, що застосовуються в умовах імовірнісної визначеності інформації про ситуацію прийняття рішення (статистичні методи та частково методи математичного програмування);
3. методи, що застосовуються в умовах невизначеності інформації про ситуацію прийняття рішення (теоретико-ігрові методи, які залежно від того, що спричиняє невизначеність ситуації: об'єктивні обставини або свідомі дії противника, поділяються на методи теорії статистичних рішень та методи теорії ігор).

Практичні завдання:

Завдання 1. Типова задача на використання методу платіжної матриці

Умови задачі. Організація має 3 альтернативи інвестування своїх коштів:

- 1) у фірму по виробництву товарів для відпочинку;
- 2) в енергетичну компанію;
- 3) у фірму по виробництву продуктів харчування.

При реалізації кожної з альтернатив можливе виникнення двох ситуацій: високі темпи інфляції; низькі темпи інфляції. Імовірності виникнення зазначених ситуацій складають відповідно 0,3 і 0,7. Розраховані ефекти від реалізації кожної альтернативи наведені в таблиці:

Альтернативи інвестування коштів	Можливий рівень інфляції	
	Високий (p=0,3)	Низький (p=0,7)
1) виробництво товарів для відпочинку	-10000	+50000
2) енергетична компанія	+90000	-15000
3) виробництво продуктів харчування	+30000	+25000

Постановка задачі. Якій з альтернатив інвестування коштів слід віддати перевагу?

Розрахуємо очікувані ефекти від реалізації кожної альтернативи:

$$EV1 = 0,3(-10000) + 0,7(+50000) = 32000$$

$$EV2 =$$

$$EV3 =$$

У висновку зазначити, яка з альтернатив має найбільший очікуваний ефект.

Завдання 2. Типова задача на використання методу «дерева рішень».

Умови задачі. Фірма має 3 альтернативи вкладання коштів для розширення своєї діяльності:

- 1) вкласти кошти в придбання нової фірми;
- 2) вкласти кошти в розширення існуючих виробничих потужностей;
- 3) покласти гроші на депозитний рахунок у банк.

В процесі реалізації кожної альтернативи можливі наступні ситуації:

- стабільне зростання;
- стагнація;

- високі темпи інфляції.

Ймовірність настання кожної ситуації складає відповідно: $p_1=0.5$; $p_2=0.3$; $p_3=0.2$. Результатом інвестування коштів фірми є окупність інвестицій, подана за допомогою коефіцієнту окупності інвестицій ROI (RETURN ON INVESTMENT) у відсотках. Величина коефіцієнта ROI розрахована фірмою (див. рис. 4.1.). Для вибору кращої альтернативи, фірма збрала необхідну інформацію і побудувала дерево рішень, як показано на рисунку:

Аналіз графіку починаємо просуваючись справа наліво.

- 1) Визначаємо очікувану величину окупності інвестицій для першої альтернативи шляхом множення розрахункової величини ROI на імовірність подій. У нашому випадку очікувана величина окупності інвестицій складає:

$$(15,0 * 0,5) + (9,0 * 0,3) + (3,0 * 0,2) = 7,5 + 2,7 + 0,6 = 10,8$$

- 2) Те ж визначаємо для другої і третьої альтернатив:

- 3) Порівнюємо між собою отримані величини очікуваного коефіцієнта інвестицій, і виберемо кращий варіант.

Перша точка прийняття рішення	Альтернативи (можливі дії)	Точка можливостей	Ймовірність подій	Події	Розрахункова величина коефіцієнта ROI (%)
□	Купівля нової фірми	○	0,5	стабільне зростання	15
			0,3	стагнація	9
			0,2	висока інфляція	3
	Розширення існуючих можливостей	○	0,5	стабільне зростання	10
			0,3	стагнація	12
			0,2	висока інфляція	4
	Вкладання грошей в банк	○	0,5	стабільне зростання	6,5
			0,3	стагнація	6
			0,2	висока інфляція	6

← поле дій
← поле можливих подій
← поле можливих наслідків →

У висновку зазначити кращий варіант інвестування коштів, реалізація якого забезпечить найбільший коефіцієнт ROI.

Завдання 3. Типова задача на використання критеріїв теорії статистичних рішень

Існує 3 можливих варіанта вибору вирощуваної сільськогосподарської культури (пшениця, жито, ячмінь), які за різних погодних умов (посушливе, нормальне, холодне літо) дають різну врожайність (див. табл. 4.2)

Таблиця 1.1

Вихідні дані для розв'язання задач з використанням критеріїв теорії статистичних рішень

Сільськогосподарська культура	Погодні умови		
	посушливе літо	нормальне літо	холодне літо
пшениця	23	35	12
жито	15	30	25
ячмінь	40	20	10

Необхідно визначити, яку культуру слід висівати за умови повної відсутності інформації про майбутні стани погоди.

Розглянемо рішення цієї задачі з використанням критеріїв теорії статистичних рішень.

1. Критерій песимізму

Культура	Погодні умови			minRij
	посушливе літо	нормальне літо	холодне літо	
пшениця	23	35	12	12
жито	15	30	25	15
ячмінь	40	20	10	10

$$\max (\min R_{ij}) =$$

Висівати слід (стратегія).

2. Критерій оптимізму

Культура	Погодні умови			maxRij
	посушливе літо	нормальне літо	холодне літо	
пшениця	23	35	12	35
жито	15	30	25	30
ячмінь	40	20	10	40

$$\max (\max R_{ij}) =$$

За даним критерієм висівати слід (стратегія).

3. Критерій коефіцієнту оптимізму (припустимо, що особа, яка приймає рішення вважає себе на 60% песимістом і на 40% оптимістом)

Пшениця: $12 * 0,6 + 35 * 0,4 = 21,1$

Жито:

Ячмінь:

Висівати слід (стратегія).

4. Критерій Лапласа. (відповідно до умов задачі, відсутня будь-яка інформації про імовірність настання того чи іншого стану погоди. У такому випадку: $P_1 = P_2 = P_3 = 1/3$)

Розрахуємо очікуваний ефект від реалізації кожної альтернативи:

$$\text{Пшениця: } 23 * 1/3 + 35 * 1/3 + 12 * 1/3 = 70/3$$

$$\text{Жито: } 15 * 1/3 + 30 * 1/3 + 25 * 1/3 = 70/3$$

$$\text{Ячмінь: } 40 * 1/3 + 20 * 1/3 + 10 * 1/3 = 70/3$$

Стратегії за даним критерієм рівнозначні і зробити вибір неможливо.

5. Критерій жалю.

Розрахуємо матрицю втрат за формулою:

$$V_{ij} = \max R_{ij} - R_{ij}$$

Культура	Погодні умови		
	посушливе літо	нормальне літо	холодне літо
пшениця	40-23=17		
жито	40-15=25		
ячмінь	40-40=0		

Нова матриця втрат має вигляд:

Культура	Погодні умови			maxV _{ij}
	посушливе літо	нормальне літо	холодне літо	
пшениця	17			
жито	25			
ячмінь	0			

Найкращою є та стратегія, яка забезпечує мінімальні втрати, тобто відповідає формулі:

$$\min (\max V_{ij})$$

У нашій задачі висівати потрібно (стратегія).

Завдання 4. Типова задача на використання методів теорії ігор

Дві компанії Y і Z, які конкурують у сфері збуту однакової продукції з метою збільшення обсягів продажу розробили наступні стратегії:

Компанія Y:

- Y1 (зменшення ціни продукції);
- Y2 (підвищення якості продукції);
- Y3 (пропонування покупцям більш вигідних умов продажу).

Компанія Z:

- Z1 (підвищення витрат на рекламу);
- Z2 (відкриття нових дистрибуторських центрів);
- Z3 (збільшення кількості торгових агентів).

Розраховані можливі обсяги продажу продукції фірмою Y при застосуванні можливих пар стратегій наведені у платіжній матриці гри (див. табл.4.2).

Вихідні дані для розв'язання задач з використанням критеріїв теорії статистичних рішень

Стратегії Y	Стратегії Z		
	Z1	Z2	Z3
Y1	6	4	9
Y2	9	3	2
Y3	7	1	5

Необхідно визначити верхню і нижню ціну гри та знайти сідлову точку.

Нижня ціна гри визначається шляхом відбору мінімальних значень по кожному рядку, а потім вибору серед них максимального значення

$$\alpha = \max (\min A_{ij})$$

У нашому прикладі $\alpha =$

Верхня ціна гри визначається шляхом відбору в кожному стовпці максимального числа, а потім вибору з цих значень мінімального $\beta = \min (\max A_{ij})$

У нашому прикладі $\beta =$

Якщо нижня ціна гри дорівнює верхній ($\alpha = \beta$), то така гра має сідлову точку і вирішується в чистих стратегіях.

Сідлова точка – елемент платіжної матриці гри, який є мінімальним у своєму рядку і одночасно максимальним у своєму стовпці. **Чисті стратегії** – це пара стратегій (одна — для першого гравця, а друга — для другого гравця), які перехрещуються в сідловій точці, яка і визначає ціну гри.

Ігри, які не мають сідлової точки, на практиці зустрічаються частіше. У цьому випадку рішення знаходиться в межах **змішаних стратегій**. Знайти рішення гри без сідлової точки означає визначення такої

Завдання 5. Типова задача на використання методів експертних оцінок

Фірма планує розпочати виробництво нового товару. Співробітники відділу маркетингу виділили 5 ключових факторів успіху, спираючись на які вони можуть оцінити конкурентне становище фірми. Для цього вони мають визначити значущість кожного ключового фактору відносно інших з набору, що розглядається. Оскільки думки спеціалістів щодо цього не співпадають, необхідно, спираючись на дані, наведені в таблиці, визначити значущість різних факторів і з'ясувати, якому фактору слід приділити найбільше уваги:

Ключові фактори успіху	Маркетологи					
	1	2	3	4	5	6
1. Якість товару	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3
2. Ціна товару	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2
3. Канали збуту	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2
4. Технічне обслуговування	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
5. Реклама і стимулювання	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Сумарне значення	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Цю задачу слід розв'язувати за допомогою методу вагових коефіцієнтів.

Загальну думку експертів S_i по i -й ознаці розраховують за формулою:

$$m$$

$$S_i = \sum_{j=1} a_{ij} / m$$

$$j=1$$

де a_{ij} - ваговий коефіцієнт, який надав j -й експерт i -й ознаці;

j - номер експерта;

i - номер ознаки;

m - кількість експертів, що оцінюють i -ту ознаку.

Чим більша величина S_i , тим більша важливість цієї ознаки.

Ключові фактори успіху	Маркетологи						S i
	1	2	3	4	5	6	
1. Якість товару	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	
2. Ціна товару	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	
3. Канали збуту	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	
4. Технічне обслуговування	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	
5. Реклама і стимулювання	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	
Сумарне значення	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

Таким чином, найбільше уваги слід приділити _____, оскільки вона є його найбільш важливою ознакою.

Завдання 6. Аналіз взаємозв'язку витрат, обсягу діяльності та прибутку (беззбитковості) в роботі підприємств

Однією з найважливіших характеристик взаємозв'язку затрат, обсягу виробництва і прибутку є аналіз беззбитковості. Такий аналіз можливий при системі обліку змінних затрат, основою якої є поділ затрат на постійні та змінні, а також при використанні показника маржинального доходу.

Точка беззбитковості – це такий обсяг реалізації, коли доходи підприємства дорівнюють його затратам, а підприємство не має ні прибутку, ні збитків.

Точка беззбитковості може бути визначена трьома методами: методом рівняння; методом маржинального доходу; графічним методом.

$$\text{Точка беззбитковості} = \frac{\text{постійні затрати}}{\text{ціна одиниці вибору} - \text{змінні витрати на одиницю вибору}}$$

Маржинальний дохід = Дохід – змінні витрати

Коефіцієнт маржинального доходу (КМД) – це співвідношення суми маржинального доходу і суми доходу від реалізації.

Задача 6.1. Умови задачі: Підприємство виготовляє і реалізує вироби.

Дані на один виріб: ціна 70 грн., змінні витрати 50 грн. Постійні витрати за місяць складають 12000 грн. Обсяг реалізації – 1000 од.

Постановка задачі: Визначити точку беззбитковості різними методами.

Розв'язання задачі:

1. Знайдемо величину маржинального доходу $20 = (70 - 50)$ грн.
2. Розрахуємо основні показники за місяць:

Виручка від реалізації = $70 \cdot 1000 = 70000$ грн. (100%)

Змінні витрати всього ($1000 \text{ шт} \cdot 50 \text{ грн.}$) = 50000 грн. (71,4%)

Маржинальний дохід = 20000 грн. (28,6%)

Оскільки, постійні витрати дорівнюють 12000 грн., тоді прибуток складатиме 8000 грн. ($20\ 000 - 12000$).

3. Визначимо точку беззбитковості (ТБ) для цього підприємства;

а) за умови, що ТБ визначають у кількісному вимірі (в одиницях):

$$ТБ = \frac{\text{постійні затрати}}{\text{маржинальний дохід на одиницю продукції}}$$

$$ТБ = \frac{12000 \text{ грн.}}{20 \text{ грн.}} = 600 \text{ шт.}$$

Формула беззбитковості у вартісному виразі:

$$\text{Точка беззбитковості} = \frac{\text{постійні затрати}}{\text{коефіцієнт маржинального доходу}}$$

$$\text{Точка беззбитковості} = \frac{12000}{0,286} = 41958,04 \text{ шт.}$$

$$КМД = \frac{20000}{70000} = 0,286$$

$$ТБ = \frac{12000}{0,286} = 42000 \text{ грн.}$$

Тепер точка беззбитковості становитиме:

Задача 6.2. Розрахунок точки беззбитковості для бізнес-портфелю підприємства

Постановка задачі: Підприємство виробляє та реалізує два різних товари. Ціна реалізації товару А – 7 грн., а змінні витрати дорівнюють $2,94$ грн. Ціна реалізації товару Б – 15 грн., а змінні витрати – $4,5$ грн. Відділ маркетингу прогнозує обсяг продажів товарів А і Б у наступному співвідношенні: $5:1$. Постійні витрати підприємства дорівнюють $36\ 000$ грн.

Необхідно розрахувати точку беззбитковості у матеріальному та вартісному виразі.

Розв'язання:

1. Розрахунок МД кожного з товарів:

$$МД_A = 7 - 2,94 = 4,06 \text{ грн.}$$

$$МД_B = 15 - 4,5 = 10,5 \text{ грн.}$$

2. Визначимо МД портфелю:

$$МД_{\text{портфелю}} = (4,06 \cdot 5) + (10,5 \cdot 1) = 30,8$$

3. Знайдемо точку беззбитковості для середньої кількості для портфелю підприємства:

$$ТБ = ПВ / МД_{\text{портфелю}}$$

$$ТБ = 36000 / 30,8 = 1169 \text{ од.}$$

4. Знайдемо точку беззбитковості для кожного з товарів:

$$ТБ_A = 1169 * 5 = 5845 \text{ од.}$$

$$ТБ_B = 1169 * 1 = 1169 \text{ од.}$$

5. Розрахуємо точку беззбитковості у вартісному виразі для портфеля в цілому:

$$ТБ = (5845 * 7) + (1169 * 15) = 40915 + 17535 = 58450 \text{ грн.}$$

Задача 6.3. Підприємство виробляє та реалізує три різних товари (А, В, С). Ціна реалізації товару А – 135 грн., а змінні витрати складають 73,5 грн. Ціна реалізації товару В – 165 грн., а змінні витрати – 58,9 грн. Ціна реалізації товару С – 220 грн., а змінні витрати – 146,2 грн. Відділ маркетингу прогнозує обсяг продажів товарів А, В, С у наступному співвідношенні: 3:4:5. Постійні витрати підприємства дорівнюють 950 000 грн.

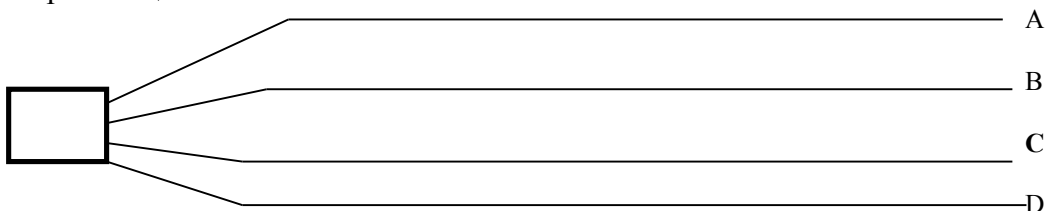
Завдання 7. Використання методу «дерева рішень» при прийнятті управлінського рішення

Своєчасне розроблення і ухвалення правильного рішення - пріоритетні завдання діяльності управлінського персоналу будь-якої організації. Непродумане рішення може дорого коштувати підприємству. На практиці результат одного рішення примушує нас приймати наступне рішення, отже ризику підвищується і т. п. Коли треба прийняти декілька рішень в умовах невизначеності, і кожне рішення залежить від результату попереднього рішення або результатів випробувань, то використовують схему «дерева рішень».

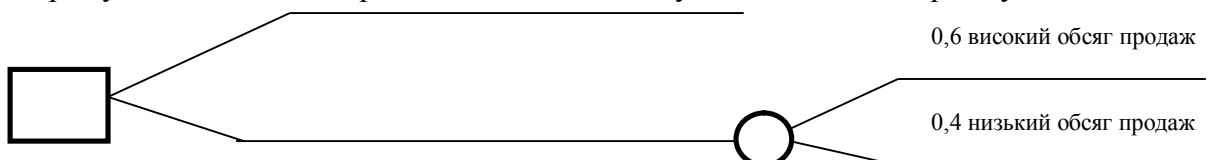
«Дерево рішень» — це графічне зображення процесу ухвалення рішень, в якому запропоновано альтернативні рішення, відповідні імовірності та результати застосування кожної альтернативи. Зображують дерева зліва направо. Місця, де приймаються рішення, позначають квадратами, місця появи результатів — колами. Аналізують варіанти розв'язання проблеми справа наліво. Для кожної альтернативи розраховується очікувані ефекти від реалізації (EV) — максимальний суму з добутків результатів реалізації та імовірності настання події для усіх можливих варіантів.

Побудова «дерева рішень»:

Виокремлюють два етапи у побудові схеми дерева рішень — зобразити власне дерево з можливими альтернативами та нанести на схему ймовірності настання події та наслідками реалізації.



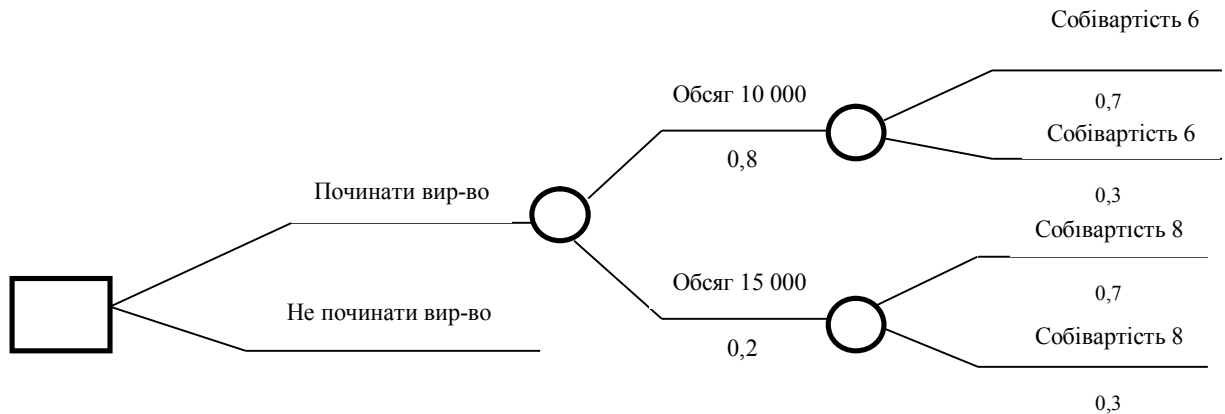
Якщо результат реалізації альтернативи визначено, вона вважається завершеною, якщо ні — зображуються можливі варіанти наслідків застосування кожного варіанту.



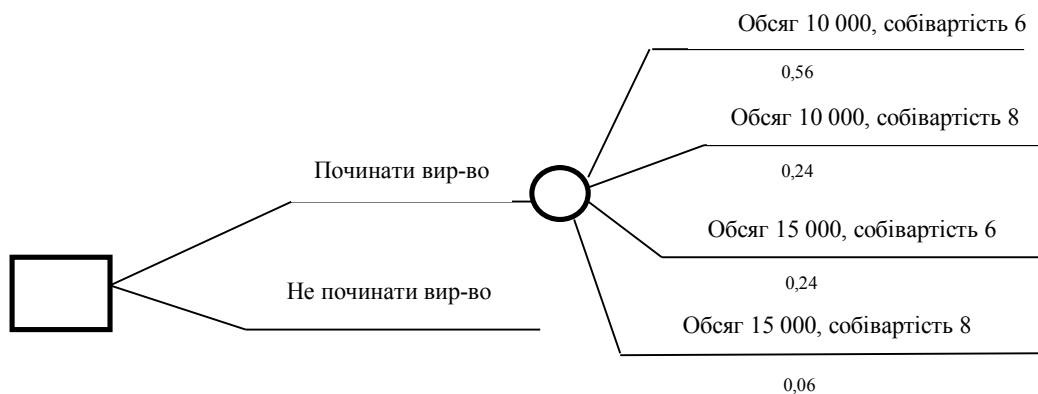
Задача 7.1. Підприємство постало перед вибором: починати виробництво нового продукту А чи ні. Якщо підприємство прийме рішення щодо започаткування виробництва, очікувані обсяги продажу та собівартість одиниці продукції будуть наступні:

Обсяг продажу		Собівартість одиниці продукції	
Обсяг, од.	Імовірність	Собівартість, грн.	Імовірність
10 000	0,8	6	0,7
15 000	0,2	8	0,3

Необхідно зобразити «дерево рішень».



Можна представити «дерево рішень» більш узагальнено:



Задача 7.2. Підприємство розробило інновацію, від якої очікують неймовірних фінансових результатів (прибутку). Але, існує ризик несприйняття цього продукту споживачем. Отже, підприємство має дві альтернативи: застосування пробного маркетингу або відмова від масового виробництва.

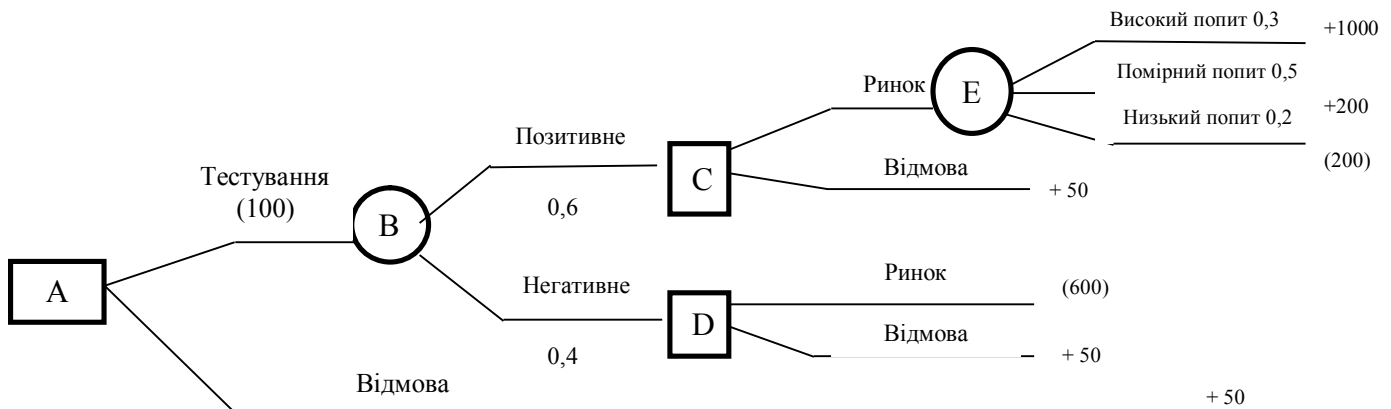
Пробний маркетинг обійдеться підприємству у 100 тис. грн., і відповідно реакція споживачів може бути як негативною, так і позитивною з і ймовірностями 0,6 та 0,4 відповідно. Якщо реакція ринку буде позитивною існують два варіанти розвитку подій: масове виробництво товару або відмова від виробництва товару.

У разі вибору підприємством масового виробництва товару можливо три варіанти: низький, помірний та високий рівень попиту з імовірністю настання 0,2, 0,5 та 0,3 відповідно, та очікувані ефект (прибуток або збиток) дорівнюватиме (200) тис. грн., 200 тис. грн. та 1 млн. грн.

Якщо результати пробного маркетингу виявляться негативними, тоді підприємство має два шляхи вирішення проблеми: провадити масове виробництво (збиток становитиме 600 тис. грн.) або не починати взагалі.

Незалежно від ситуації, якщо підприємство прийме рішення про відмову впроваджувати інновацію на ринок – прибуток буде 50 тис. грн. (продаж обладнання, технології).

Необхідно побудувати «дерево рішень» та обрати найкращу альтернативу.



Розв'язання:

1. Знайдемо очікуваний ефект від реалізації методом зворотного аналізу:

$$EV(E) = 1000 * 0,3 + 200 * 0,5 - 200 * 0,2 = 360;$$

$$EV(C) = 360 \text{ або } 50; \text{ Вибір } 360;$$

$$EV(D) = (600) \text{ або } 50; \text{ Вибір } 50;$$

$$EV(B) = EV(C) * 0,6 + EV(D) * 0,4 = 360 * 0,6 + 50 * 0,4 = 216 + 20 = 236.$$

2. Проведемо порівняння двох альтернатив для прийняття рішення (А):

Ефект від проведення пробного маркетингу дорівнює $236 - 100 = 136$ тис. грн., а відмова від виробництва принесе 50 тис. грн. прибутку.

Отже, вибір альтернативи зрозумілий – спочатку провести тестування інновації споживачами.

Визначення цінності інформації на основі якої приймається рішення

Визначеність інформації здійснює проноз ситуації, чіткий на 100%. Невизначена інформація краще ніж відсутність інформації взагалі, проте вона викликає помилковість прийнятого рішення. Цінність інформації визначається різницею між очікуваними ефектами від реалізації альтернатив, прийнятих на основі визначеної та невизначеної інформації.

Задача 7.3. Менеджер підприємства повинен обрати найкращий продукт з-поміж двох однотипних А та В для виведення на ринок. Очікувані результати наступні:

Товари	Прибуток за високого рівня попиту, грн.	Прибуток за помірною рівня попиту, грн.	Прибуток за низького рівня попиту, грн.
А	4000	1200	(1000)
В	1500	1000	500
Імовірність настання рівня попиту	0,2	0,3	0,5

Необхідно визначити, який товар буде більш прибутковим для підприємства. Розрахувати цінність визначеної інформації.

Розв'язання:

1. Якщо відсутні прогностичні дані щодо рівня попиту споживачів на товар, обирається проект з найвищим рівнем прибутку:

$$EV(A) = 400 * 0,2 + 1200 * 0,3 - 1000 * 0,5 = 800 + 360 - 500 = 660 \text{ грн.};$$

$$EV (B) = 1500 * 0,2 + 1000 * 0,3 + 500 * 0,5 = 300 + 300 + 250 = 850 \text{ грн.}$$

Отже, найкращим для виведення на ринок буде товар В, особливо у разі низького рівня попиту. Якщо споживачі будуть більш прихильними, то підприємстві варто обирати товар А, він принесе більше прибутку.

2. Визначеність інформації вказує менеджерів на очікуваний рівень попиту. Отже, за умови низького рівня попиту обирати треба товар В, якщо попит помірний – товар А ($1200 > 1000$), а високий також товар А ($4000 > 1500$).

Проведемо розрахунки очікуваного прибутку:

$$EV = 500 * 0,5 + 1200 * 0,3 + 4000 * 0,2 = 250 + 360 + 800 = 1410 \text{ грн.}$$

3. Цінність визначеності інформації складає $1410 - 850 = 560$ грн.

Можна зробити висновок, доцільно використовувати визначену інформацію, якщо її вартість не перевищує 560 грн.

Задача 7.4. Підприємству необхідно прийняти рішення щодо масштабу своєї діяльності: національний, регіональний чи місцевий ринок. Обрання рішення ускладнюється невизначеністю інформації про силу споживчого попиту на товар.

Ринок	Прибуток за слабкого попиту, грн.	Прибуток за помірного рівня попиту, грн.	Прибуток за високого рівня попиту, грн.
Національний (А)	(4000)	2000	10000
Регіональний (В)	0	3500	4000
Місцевий (С)	1000	1500	2000
Імовірність настання рівня попиту	0,3	0,5	0,2

Розв'язання:

1. Якщо відсутні прогнозні дані щодо рівня попиту споживачів на товар, обирається проект з найвищим рівнем прибутку:

$$EV (A) = -4000 * 0,3 + 2000 * 0,5 + 10000 * 0,2 = -1200 + 1000 + 2000 = 1800 \text{ грн.};$$

$$EV (B) = 0 * 0,3 + 3500 * 0,5 + 4000 * 0,2 = 0 + 1750 + 800 = 2550 \text{ грн.};$$

$$EV (C) = 1000 * 0,3 + 1500 * 0,5 + 2000 * 0,2 = 300 + 750 + 400 = 1450 \text{ грн.}$$

Отже, найкращим для ведення діяльності підприємства буде регіональний ринок.

2. Визначеність інформації вказує менеджерів на очікуваний рівень попиту. Отже, за умови низького рівня попиту обирати місцевий ринок, якщо попит помірний – регіональний ринок буде кращим ($3500 > 2000$), а високий також національний ($4000 > 1500$).

Проведемо розрахунки очікуваного прибутку:

$$EV = 100 * 0,3 + 3500 * 0,5 + 10000 * 0,2 = 300 + 1750 + 2000 = 4050 \text{ грн.}$$

3. Цінність визначеності інформації складає $4050 - 2550 = 1500$ грн.

Можна зробити висновок, доцільно використовувати визначену інформацію, якщо її вартість не перевищує 560 грн.

Завдання 8. Метод аналізу ієрархій як інструмент прийняття управлінського рішення

Методологічним інструментом, що може бути використаним у виборі продукції, яка є прибутковою для підприємства, є метод аналізу ієрархій (MAI), більш відомий як метод Сааті.

Метод аналізу ієрархії (*Analytic Hierarchy Process*) є систематизованою математичною процедурою для ієрархічного подання елементів, які визначають сутність певної економічної проблеми. Метод полягає у декомпозиції проблеми на більш прості складові частини та подальшій обробці послідовності суджень суб'єкту прийняття рішень (СПР), що подаються у вигляді попарних порівнянь. Ці судження далі відображаються у кількісній формі. В результаті може бути виражений відносний ступінь (інтенсивність) взаємодії елементів в ієрархії.

Приклад прийняття управлінського рішення з використанням методу аналізу ієрархії.

Проблемна ситуація. Підприємство постало перед вибором виду виробництва та реалізації молочної продукції за вподобаннями споживачів. Спробуємо побудувати ієрархію починаючи з етапу встановлення цілей дослідження, рівнів і критеріїв ієрархії, альтернатив для обрання виду молочної продукції, яка більше подобається споживачам.

Постановка задачі: Прийняти індивідуальне рішення щодо вибору альтернатив за визначеними критеріями, ґрунтуючись на результатах аналізу ієрархії методом Сааті, з використанням шаблону Excel та програмного продукту “MPriority”. Шаблон для внесення експертних оцінок та розрахунку векторів локального і глобального пріоритетів надається студентам (додаток). В якості теоретичного матеріалу студентам надається презентація.

Розв'язання:

На формування критеріїв ієрархії, і відповідно на експертні оцінки, вплинули відповіді респондентів, отримані в результаті анкетування споживачів. Серед критеріїв, що впливають на вибір молочної продукції, автором запропоновано наступні:

1. Якість продукції характеризується вмістом тваринних і рослинних жирів, смакові властивості, вмістом рослинних жирів.
2. Умови та строк зберігання молока і молочної продукції різняться залежно від виду молока.
3. Упаковка – засіб чи комплекс засобів, що забезпечують захист товару від пошкоджень і втрат.
4. Ціна. Співвідношення впливу ціни, якості та свіжості при виборі молочних продуктів значно змінюється з віком. В якості альтернатив виступають види молочної продукції. Для проведення дослідження ми обрали чотири види молочної продукції: молоко, сметана, кефір, вершкове масло. Результати опитування доводять, що в першу чергу українські споживачі

звертають увагу на якість, свіжість та ціну продукту, в останню – на країну - виробника, безпеку, марку.

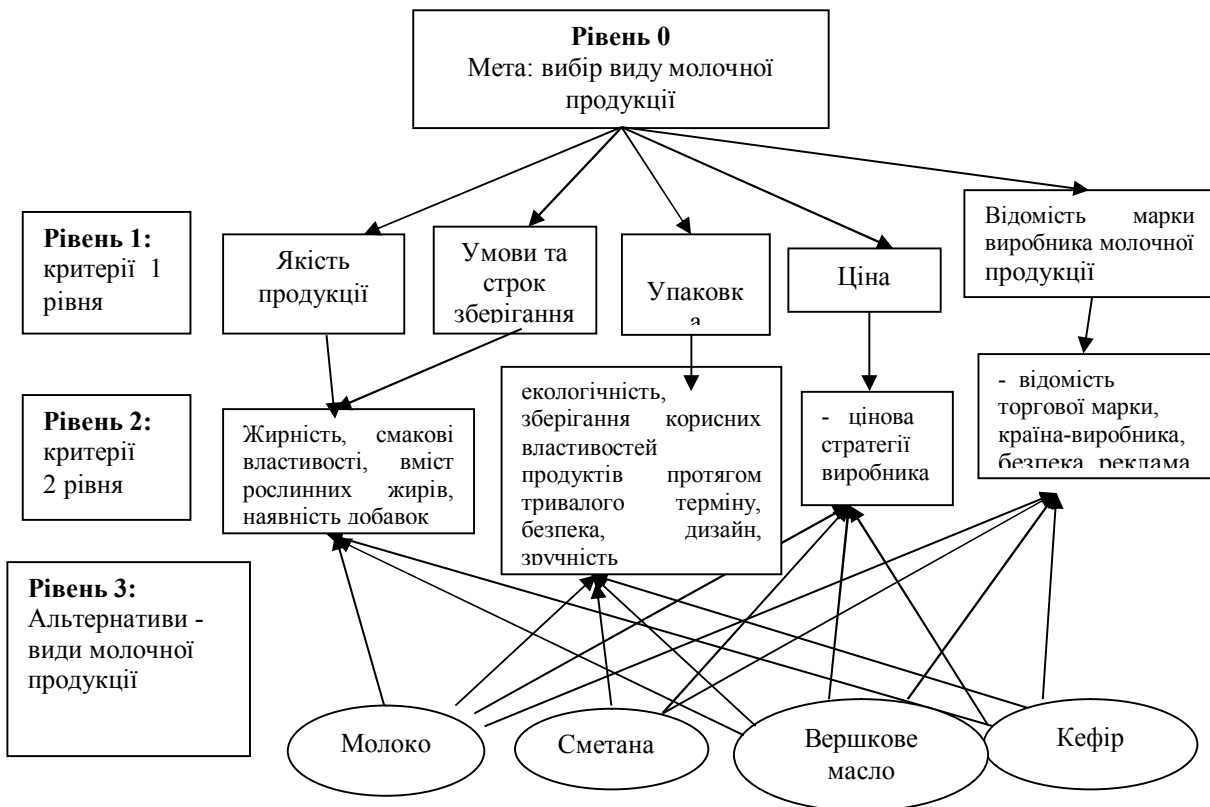


Рис. 1. – Ієрархія вибору виду молочної продукції за вподобаннями споживачів

У порівняннях Сааті, кожен вузол кластера порівнюють з рештою всіх вузлів методом парних порівнянь із використанням матриці. На основі результатів отримують вектор пріоритетів – рейтинг вузлів, який кількісно виражає перевагу того чи іншого вузла відповідно до вершин кластера. Порівнюючи набір складових задачі ми отримали квадратну матрицю (табл.1.)

Таблиця 1

Шкала відносної важливості

Інтенсивність відносної важливості	Визначення
1	Однакова важливість
3	Помірна перевага
5	Сильна перевага
7еще	Значна перевага
9	Дуже сильна перевага
2,4,6,8	Проміжні рішення для сусідніх суджень
Зворотні величини	Якщо при порівнянні одного параметру з іншим отримано одне з вище сказаних чисел, то при зворотньому порівнянні отримаємо зворотну величину

До побудови векторів пріоритетів залучались близько 10 респондентів, споживачів молочної продукції. Використаємо наступні позначення для

спрощення для використання методу аналізу ієрархії в програмі Microsoft Office Excel (табл.2).

Таблиця 2

Позначення критерії і альтернатив для використання методу аналізу ієрархії

Критерії		Альтернативи	
К ₁	Якість	А ₁	Молоко
К ₂	Умови та строк зберігання	А ₂	Сметана
К ₃	Упаковка	А ₃	Вершкове масло
К ₄	Ціна	А ₄	Кефір
К ₅	Відомість виробника молочної продукції		

На базі теоретичного матеріалу та відповідей респондентів побудуємо матрицю парних порівнянь у фундаментальній шкалі та відповідні нормалізовані вектори пріоритетів по кожному кластеру окремо та запишемо їх у таблиці 3.

Таблиця 3

Матриця парних порівнянь для критеріїв першого рівня

Критерії першого рівня	К ₁	К ₂	К ₃	К ₄	К ₅	Геометричне середнє елементів	Оцінка компонентів вектору пріоритетів
К ₁	1,00	7,00	7,00	5,00	7,00	4,43	0,57
К ₂	0,14	1,00	0,33	0,33	5,00	0,60	0,08
К ₃	0,14	3,00	1,00	3,00	7,00	1,55	0,2
К ₄	0,20	3,00	0,33	1,00	5,00	1,00	0,13
К ₅	0,14	0,20	0,14	0,20	1,00	0,24	0,03
	1,63	14,20	8,81	9,53	25,0	7,83	1,00

Для побудови нормалізованого вектору пріоритетів використовують метод перевірки якості даних на узгодженість виконується за допомогою визначення індексу узгодженості. Середньостатистичне значення індексу узгодженості залежить від розміру матриці та визначається відповідно до розробленої Т. Сааті шкали. Матриця вважається достатньо узгодженою, якщо значення ІУ менше ніж 20%.

Можна зробити висновок, що за локальними пріоритетами найбільшу вагу має якість продукції та упаковка. Отже підприємству, незалежно від того, який вид продукції обирає для випуску та реалізації, треба приділяти увагу якості продукції та упакуванню. Найменш значущим критерієм є відомість виробника молочної продукції. Рівень відносної узгодженості (ВУ) думок дорівнює 18% та відповідає рекомендованим вимогам, отже, узгодження думок експертів є однорідними та логічними.

Результати парних порівнянь альтернатив були занесені у таблиці 4-8 як синтез пріоритетів.

Таблиця 4

Синтез пріоритетів показнику «якість продукції»

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Геометричне середнє елементів	Оцінка компонентів вектору пріоритетів
A ₁	1,00	1,00	5,00	3,00	1,97	0,38
A ₂	1,00	1,00	5,00	5,00	2,24	0,43
A ₃	0,20	0,20	1,00	3,00	0,59	0,11
A ₄	0,33	0,20	0,33	1,00	0,39	0,07
Всього	2,53	2,4	11,33	12,0	-	1,00

Таблиця 5

Синтез пріоритетів показнику «умови та строку зберігання»

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Геометричне середнє елементів	Оцінка компонентів вектору пріоритетів
A ₁	1,00	5,00	7,00	3,00	3,20	0,58
A ₂	0,20	1,00	3,00	3,00	1,16	0,21
A ₃	0,14	0,33	1,00	0,20	0,31	0,06
A ₄	0,33	0,33	5,00	1,00	0,86	0,16
Всього	1,68	6,67	16,00	7,20	5,54	1,00

Таблиця 6

Синтез пріоритетів показнику «упаковка»

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Геометричне середнє елементів	Оцінка компонентів вектору пріоритетів
A ₁	1,00	5,00	7,00	1,00	2,43	0,45
A ₂	0,20	1,00	3,00	0,33	0,67	0,12
A ₃	0,14	0,33	1,00	0,20	0,31	0,06
A ₄	1,00	3,00	5,00	1,00	1,97	0,37
Всього	2,34	9,33	16,00	2,53	5,38	1,00

Таблиця 7

Синтез пріоритетів за показником «ціна продукту»

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Геометричне середнє елементів	Оцінка компонентів вектору пріоритетів
A ₁	1,00	0,33	0,20	3,00	0,67	0,12
A ₂	3,00	1,00	0,33	5,00	1,50	0,26
A ₃	5,00	3,00	1,00	7,00	3,20	0,56
A ₄	0,33	0,20	0,14	1,00	0,31	0,06
Всього	9,33	4,53	1,68	16,00	5,68	1,00

Таблиця 8

Синтез пріоритетів за показником «відомість виробника молочної продукції»

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Геометричне середнє елементів	Оцінка компонентів вектору пріоритетів
A ₁	1,00	3,00	5,00	1,00	1,97	0,39
A ₂	0,33	1,00	5,00	0,33	0,86	0,15
A ₃	0,20	0,20	1,00	0,20	0,30	0,05
A ₄	1,00	3,00	5,00	1,00	1,97	0,35
Всього	2,53	7,20	16,00	2,53	5,10	0,94

Вектор глобального пріоритету позиції «молоко» було розраховано:

$$\text{Вглп} = 0,38 \times 0,57 + 0,58 \times 0,08 + 0,45 \times 0,2 + 0,12 \times 0,13 + 0,39 \times 0,03 = 0,38$$

Аналогічно буде отримано і результати інших позицій. Представлені у таблицю 9.

Таблиця 9

Визначення вектору глобального пріоритету видів продукції

Критерії вибору продукції	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	Вектор глобального пріоритету
Позиції вибору	0,57	0,08	0,20	0,13	0,03	X
A ₁	0,38	0,58	0,45	0,12	0,39	0,38
A ₂	0,43	0,21	0,12	0,26	0,15	0,32
A ₃	0,11	0,06	0,06	0,56	0,05	0,15
A ₄	0,07	0,16	0,37	0,06	0,35	0,14

За даними таблиці 9, ми можемо зробити висновок, що такий продукт як молоко має найбільший вектор глобального пріоритету, отже саме він є найбільш привабливим для споживання населенням Миколаївської області.

Оскільки людина в будь-якій сфері діяльності намагається прийняти раціональне (оптимальне) рішення, студентам запропоновано перевірити розрахунки в Microsoft Office Excel програмною системою підтримки прийняття обґрунтованих рішень «MPRIORITY». Алгоритм парних порівнянь критеріїв та альтернатив залишається незмінним. Досить цікавим в програмі є можливість перевірити узгодженість оцінок респондента. У випадку, якщо в наявності неузгодженість результатів, програма наводить суперечливі оцінки.

Результати визначення глобальних пріоритетів продемонструємо на рисунку 2.

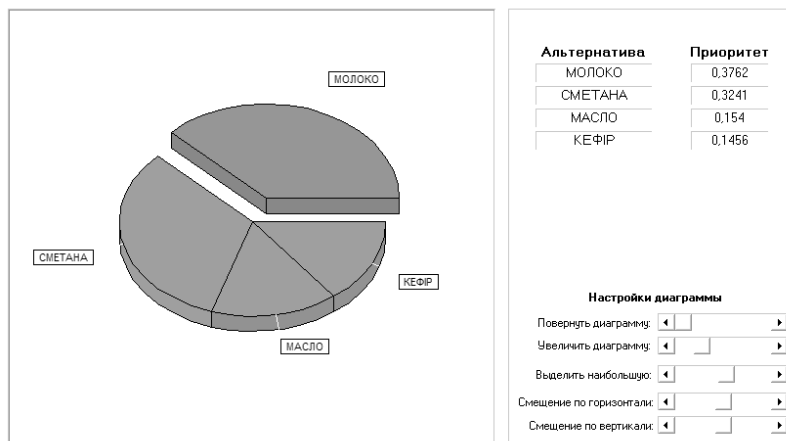


Рис. 2. Результаты визначення глобальних пріоритетів з використання програмної системи «MPRIORITY»

Обидва способи визначення глобальних пріоритетів видів молочної продукції згідно споживчих уподобань населенням регіону, на основі вищезазначених критеріїв, дають підстави стверджувати, що продукт «молоко» залишається найбільш затребуваним. Найважливіші критерії за результатами парних порівнянь є якість продукції та упаковка.

Отже, досліджуваному підприємству, що функціонує на ринку молока для отримання конкурентних переваг, варто фокусуватися саме на випуску та реалізації переробленого молока, яке відповідає найважливішим критеріям – якості продукції та упаковці.

Завдання 8. Прийняття управлінських рішень з використанням методу обмежувачих (лімітуючих) факторів.

Лімітуючий фактор – будь-який фактор виробництва в обмеженій кількості, що перешкоджає подальшому розвитку організації.

Приклади обмежувачих факторів:

1. Людські ресурси. Обмеження визначається в одинцях кількості або в категоріях професійних якостей.
2. Матеріальні ресурси. Недостатня кількість матеріальних ресурсів для виробництва товару з метою задоволення попиту споживачів.
3. Виробнича потужність. Недостатня матеріально-технічна база для задоволення зростаючого попиту споживачів.

Аналіз обмежувачих факторів припускає, що менеджмент приймає рішення щодо бізнес-портфелю підприємства (набору товарів чи послуг) з розрахунку максимізації прибутку, який досягається за умови максимального маржинального доходу (з врахуванням відсутності змін у постійних витратах). Іншими словами, застосовується аналіз маржинальних витрат.

1. Максимальний маржинальний дохід досягається за рахунок максимізації маржинального доходу на одиницю обмежувачого фактору. Наприклад, якщо людські ресурси є обмежувачим фактором, маржинальний дохід максимізується за умови отримання максимального маржинального доходу на одиницю часу працівника підприємства.
2. Прийняття управлінського рішення на основі аналізу обмежувачих факторів враховує отримання маржинального доходу на одиницю обмежувачих факторів для різних продуктів окремо.
3. Якщо існує обмеження попиту, рішення про максимізацію прибутку спрямовується на виробництво найприбутковіших товарів.

При прийнятті рішення з використанням технології обмежувачих факторів, ми приймаємо, що постійні витрати не змінюються незалежно від продукту або послуги, отже релевантними витратами є змінні витрати.

Якщо умовою задачі визначено лише один обмежувачий фактор, технологія визначення максимального маржинального доходу для портфелю компанії — це ранжування продуктів або послуг згідно величини маржинального доходу на одиницю обмежувачого фактору.

Задача 8. 1. Підприємство займається виробництвом двох видів продукції А та В. Ціна реалізації А – 14 грн., В – 11 грн.

Таблиця 4.1.

Найменування показників	А, грн.	В, грн.
Матеріальні витрати	1	3
Заробітна плата (3 грн./год.)	6	3
Інші змінні витрати	1	1
Всього	8	7

Згідно КЗпП максимальний робочий час на день обмежений 8 годинами. На підприємстві працює 50 працівників, які безпосередньо зайняті у виробництві. Кількість робочих днів на місяць – 20. Загальний попит за місяць очікується у розмірі на продукцію А – 3000 од., а В – 5000 од.

Постановка задачі. Розрахуйте оптимальний обсяг виробництва продукції А та В. Та маржинальний дохід, якщо постійні витрати на місяць дорівнюють 10 тис. грн. та підприємство на початок року не має залишків продукції.

Розв'язання задачі.

1. Розрахуємо фонд робочого часу:

$$8 \text{ год.} \cdot 50 \text{ праців.} \cdot 20 \text{ днів} = 8000 \text{ год.}$$

2. З'ясуємо, чи є робочий час обмежуючим фактором: достатньо фонду робочого часу для виготовлення продукції для задоволення попиту споживачів.

$$3000 \text{ од.} \cdot 2 \text{ год.} = 6000 \text{ год.} - \text{фонд робочого часу для продукції А;}$$

$$5000 \text{ од.} \cdot 1 \text{ год.} = 5000 \text{ год.} - \text{фонд робочого часу для продукції В;}$$

$$\text{Разом фонд робочого часу для продукції А та В} - 11\,000 \text{ год.}$$

$$\text{Дефіцит часу} = 11\,000 - 8000 = 3000 \text{ год.}$$

Отже, фактор часу є обмежуючим фактором, відповідно необхідно знайти оптимальну кількість продукції А та В для максимізації маржинального доходу.

3. Розрахуємо маржинальний дохід на од. продукції.

$$МД_A = 14 - 8 = 6 \text{ грн./од.};$$

$$МД_B = 11 - 7 = 4 \text{ грн./од.}$$

4. Розрахуємо маржинальний дохід на од. часу.

$$МД_{чA} = 6 / 2 = 3 \text{ грн./год.};$$

$$МД_{чB} = 4 / 1 = 4 \text{ грн./год.}$$

Отже, величина маржинального доходу на годину часу при виробництві товару В є більшою. Отже, попит споживачів на продукцію В підприємство буде задовольняти в повному обсязі – 5000 одиниць, і витратить на це 5000 (5000 од.*1 год./од.) годин фонду робочого часу. Для виробництва продукції А у працівників підприємства залишається лише 3000 годин (8000 год.-5000 год.), відповідно за цей час буде виготовлено 1500 одиниць товару А (3000 год./ 2 год./од.).

5. Розрахуємо маржинальний дохід від реалізації продукції А та В.

$$МД_A = 1500 \text{ од.} \cdot 6 \text{ грн./од.} = 9000 \text{ грн.}$$

$$МД_B = 5000 \text{ од.} \cdot 4 \text{ грн./од.} = 20\,000 \text{ грн.}$$

6. Розрахуємо маржинальний прибуток від реалізації продукції А та В.

$$МП_{A+B} = 20000 + 9000 - 10000 = 19\,000 \text{ грн.}$$

Відповідь. Маржинальний дохід від реалізації продукції А та В дорівнює 9000 та 20000 грн. відповідно, а маржинальний прибуток всього – 19000 грн.

Задача 8.2. Два потенційно, обмежуючих чинника

Умови задачі: Підприємство виробляє і продає три продукти X, Y і Z, для яких, складо бюджет попиту, ціни продажу, і змінні витрати одиниці продукції:

		X		Y		Z	
Попит		550 одиниць		500 одиниць		400 одиниць	
		\$	\$	\$	\$	\$	\$
Ціна			16		18		14
Змінні витрати:	матеріали	8		6		2	
	праця	4		6		9	
Всього витрат			12		12		11
Маржинальний дохід			4		6		3

Організація має існуючі залишки 250 одиниць X і 200 одиниць Z, які готові для реалізації. При виготовленні всіх трьох продуктів використовують ті ж матеріали і той же вид праці. У майбутньому році, доступне постачання матеріалів буде обмежено до \$4,800 (за собівартістю) і доступне обмеження людських ресурсів \$6,600 (за собівартістю).

Постановка задачі: Визначити, кількість продуктів X, Y і Z, що максимізують прибутки організації в майбутньому році.

Розв'язання

Крок 1. Встановити який з ресурсів є обмежуючим.

	X	Y	Z
	Одиниці	Одиниці	Одиниці
Попит	550	500	400
Є в наявності	250	0	200
Необхідно виробити, щоб задовольнити попит	300	500	200

	Мінімальне виробництво одиниць, щоб відповідати попиту	Необхідні матеріали за собівартістю \$	Необхідна праця за собівартістю \$
X	300	2,400	1,200
Y	500	3,000	3,000
Z	200	400	1,800
Факт		5,800	6,000
Наявність ресурсів		4,800	6,600
Надлишок (Дефіцит)		(1,000)	600

Отже, матеріали — обмежуючий чинник.

Крок 2. Ранжувати X, Y і Z в порядку збільшення маржинального доходу на одиницю витрачених матеріалів (від меншого до найбільшого).

	X	Y	Z
	\$	\$	\$

Маржинальний дохід на одиницю продукції	4	6	3
Витрати матеріалів на одиницю продукції	8	6	2
Маржинальний дохід на одиницю витрачених матеріалів	0.50	1.00	1.50
Місце	ТРЕТЄ	ДРУГЕ	ПЕРШЕ

Крок 3. Визначають виробничий план. Z треба виробляти по максимуму (скільки дозволяє попит), потім Y (скільки дозволяє попит) і X, третій, на скільки вистачає матеріалів, що ще не використані.

Місце	Продукт	Треба виробити, щоб задовольнити попит	Можлива виробнича кількість	Витрати матеріалів на одиницю продукції	Вартість матеріалів
		Одиниці	Одиниці	\$	\$
ПЕРШЕ	Z	200	200	2	400
ДРУГЕ	Y	500	500	6	3,000
ТРЕТЄ	X	300	175	8	*1,400
				Доступна кількість матеріалів	4,800

* Балансуюча сума, витративши доступний підсумок.

Крок 4. Будуємо бюджет. Бюджет, що максимізує прибуток.

Продукт	Одиниці	Витрати матеріалів на одиницю продукції, \$	Загальні витрати матеріалів, \$	Маржинальний дохід на одиницю витрачених матеріалів, \$	Загальний прибуток, \$
Z в наявності	200				
Виробництво Z	<u>200</u>				
Всього Z	400	\$2	800	\$1.50	1,200
Z в наявності					
Виробництво Z	<u>500</u>				
Всього Z	500	\$6	3,000	\$1.00	3,000
Z в наявності	250				
Виробництво Z	<u>175</u>				
Всього Z	425	\$8	3,400	\$0.50	1,700
				Загальний прибуток	5,900

Обмежуючий фактор-аналіз – рішення виробляти або купувати і недостатні ресурси

Об'єднання внутрішнього і зовнішнього виробництва

Підприємство завжди прагне виробити більше продукції, ніж вона має на те ресурси. Але інколи є альтернативи, коли дешевше купити ніж виробити:

(a) Виготовити краще за допомоги використання доступних ресурсів і знехтувати можливостями купити з зовні.

(b) Комбінувати власне виробництво із закупівлею зовні, щоб виготовити більше продукції і максимізувати прибуток.

Задача 8.3: Виробити або купити – рішення з обмежувачими ресурсами.

Умови задачі: Підприємство MM виробляє три компонента S, A і T, використовуючи те ж устаткування для виробництва кожного. Бюджет наступних щорічних замовлень для кожного продукту 4,000 одиниць. Змінні виробничі витрати на одиницю продукції зазначено нижче:

	Машиногодин	Змінні витрати
	год.	\$
S	3	20
A	2	36
T	4	24
Збірка		20
Всього		100

Тільки 24,000 машиногодин буде доступно протягом року, і суб-виконавець котирував наступні одиничні ціни для постачання компонентів: S \$29; A \$40; T \$34.

Постановка задачі: визначити виробляти чи купувати S, A, T і в якій кількості.

Розв'язання:

Для забезпечення бюджетного виробництва необхідно 36,000 машиногодин протягом року, якщо усі компоненти будуть виробляється внутрішньо. Але тільки 24,000 годин доступні, і так є дефіцит 12,000 годин машинного часу, який є обмежувачим чинником. Нестача може бути подолана завдяки залучення субпідрядів у еквіваленті 12,000 машиногодин .

Витрати на збірку – не релевантні витрати, тому що вони не обмежені.

Виришальне правило - мінімізувати додаткові змінні витрати на одиницю продукції що пропонуються субпідрядником на одиницю обмежувачого ресурсу.

	S	A	T
Змінні витрати виробництва, \$	20	36	24
Змінні витрати купівлі, \$	29	40	34
Додаткові змінні витрати при купівлі, \$	9	4	10
Зекономлені машиногодини при купівлі, год.	3	2	4
Додаткові змінні витрати на одиницю зекономлені машиногодини при купівлі, \$	3	2	2,5

Цей аналіз показує, що дешевше купити A, ніж купити T і дорожче всього купити S. Пріоритет виробництва компонентів внутрішніми силами буде в зворотному порядку: S, потім T, потім A. Існує достатня кількість

машиногодин, щоб виробити усі 4,000 одиниць S (12,000 годин) і 3,000 одиниць T (12,000 годин). Інші дефіцитні 12,000 годин для виробництва 1000 одиниць T і 4000 одиниць A буде передано субпідряднику.

Побудуємо бюджет, що мінімізує витрати та максимізує прибуток:

Компонент	Машиногодини використані / зекономлені, год.	Кількість одиниць, од.	Змінні витрати на одиницю продукції, \$	Загальні змінні витрати, \$
Виробляти: S	12000	4,000	20	80,000
T	12000	3,000	24	72,000
Всього	24,000			152,000
Купувати: T	4,000	1,000	34	34,000
A	8,000	4,000	40	160,000
Всього	12,000			346,000

Задача 8.4.

Умова задачі: Підприємство TW виробляє два продукта D і E, використовуючи той же матеріал. Річний попит на D складає 9,000 одиниць, а попит на E складає 12,000 одиниць. Змінні виробничі витрати на одиницю D \$10, та E \$15. Для виробництва одного продукту D необхідно 3.5 кг матеріалу, E вимагає 8 кг матеріалу. Постачання матеріалу буде обмежено 87,500 кг протягом року.

Ціна на ринку \$17 за одиницю для D і \$25 за одиницю E. Скільки з кожного продукту повинен виробити TW для того, щоб максимізувати прибуток?

Розв'язання:

Правильна відповідь є: TW повинен виробляти 9,000 одиниць D і 7,000 одиниць E.

	D	E
Змінні витрати виробництва, \$	10	15
Змінні витрати купівлі, \$	17	25
Додаткові витрати при купівлі	7	10
Матеріали, збережені при купівлі, кг	3.5	8
Додаткові витрати при купівлі на 1 кг матеріалів, що збережені, \$	2	1.25
Пріоритет для внутрішнього виробництва	1	2

Виробничий план

Виробляти: D (9000 * 3.5кг) 31,500 кг
E (7000 * 8 кг) 56,000 кг

Залишок 5,000 (12,000 – 7,000) одиниць E треба купити на ринку.

Питання для самоперевірки.

1. Надати класифікацію методів обґрунтування управлінських рішень за критерієм ступеня невизначеності інформації про ситуацію.
2. Визначити особливості аналітичних, статистичних і теоретико-ігрових методів.
3. Надати характеристику методу «дерево рішень» як інструмента обґрунтування управлінських рішень.
4. Надати характеристику основних критеріїв теорії статистичних рішень (критерії песимізму, оптимізму, коефіцієнта оптимізму, Лапласа, жалю).
5. Розкрити сутність теорії ігор як метода обґрунтування управлінських рішень.
6. Охарактеризувати експертних методів обґрунтування управлінських рішень.

Практичне заняття № 2,3. Задача лінійного програмування. (2 год.)

Мета заняття: вивчення методу розв’язування задач лінійного програмування, що містять дві незалежні змінні.

Стисла теоретична довідка

Загальна задача лінійного програмування формулюється наступним чином:
знайти максимум (мінімум) цільової функції

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \Rightarrow \max(\min),$$

за умови обмежень на змінні

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_2 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_m, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad \dots, \quad x_n \geq 0. \end{cases}$$

За умови наявності не більше двох незалежних змінних задача допускає графічну інтерпретацію та може бути розв’язана графічним методом. Кожне обмеження-нерівність задачі визначає на площині півплощину з граничною прямою $a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 = b_i$ ($i = \overline{1, m}$). Переріз всіх таких півплощин, які відповідають нерівностям задачі визначають на площині багатокутник розв’язків (область допустимих розв’язків (ОДР) задачі лінійного програмування). Ця область, якщо вона існує і визначена, є опуклим багатокутником. Цільова функція задачі лінійного програмування геометрично виглядає як сімейство паралельних прямих $c_1x_1 + c_2x_2 = \text{const}$.

Якщо задача лінійного програмування має розв’язок, то екстремального значення цільова функція набуває в одній з вершин багатокутника розв’язків.

Для розв’язування задачі лінійного програмування графічним методом необхідно:

- 1) в прямокутній системі координат (x_1, x_2) побудувати прямі лінії, рівняння яких отримуються заміною в системі обмежень задачі знаків нерівностей на знаки рівностей;
- 2) визначити і побудувати півплощини, що відповідають кожному обмеженню задачі;
- 3) визначити багатокутник розв’язків задачі;
- 4) побудувати вектор градієнту $\text{grad } \bar{Z} = \{c_1, c_2\}$, що спрямований у бік зростання значень цільової функції задачі;
- 5) побудувати будь-яку пряму, перпендикулярну вектору $\text{grad } \bar{Z}$, що перетинає багатокутник розв’язків;
- 6) переміщуючи цю пряму у напрямі вектору $\text{grad } \bar{Z}$ (для задач максимізації) чи у протилежному напрямі (для задач мінімізації), знайти граничну вершину багатокутника розв’язків, у якій цільова функція досягає екстремального значення;

7) визначити координати знайденої таким чином вершини багатокутника розв'язків та обчислити значення цільової функції у цій точці.

При розв'язуванні задачі лінійного програмування графічним методом можливі наступні випадки (рис. 2.1):

а) задача має єдиний оптимальний розв'язок, що досягається у одній вершині багатокутника розв'язків (рис. 2.1, а);

б) задача має безліч оптимальних розв'язків, всі з яких належать відрітку на границі багатокутника розв'язків (рис. 2.1, б);

в) задача не має оптимального розв'язку, оскільки цільова функція не обмежена згори чи знизу (рис. 2.1, в);

г) задача не має оптимального розв'язку, оскільки система обмежень задач несумісна та багатокутника розв'язків не існує (рис. 2.1, г);

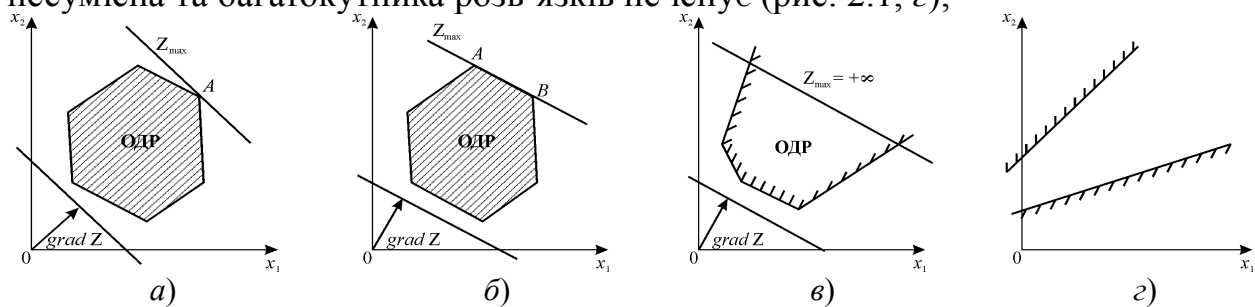


Рисунок 2.1 — Випадки розв'язків задачі ЛП графічним методом

При цьому слід зауважити, що задача може мати оптимальний розв'язок за необмеженості області допустимих розв'язків.

Зміст практичного заняття та вихідні дані до його виконання

Оптовий склад загальною площею $S = 1000 \text{ м}^2$ надає послуги зі зберігання вантажів двох типів А і Б. Для забезпечення належного зберігання склад має в наявності $N = 500$ одиниць складської тари. Зберігання тонни вантажу А потребує a_1 (м^2) складських площ та b_1 одиниць тари, зберігання тонни вантажу Б потребує a_2 (м^2) складських площ та b_2 одиниць тари. Прибуток складу на місяць від зберігання тонни вантажу А складає α грн., вантажу Б — β грн. Визначити, яку кількість кожного вантажу необхідно зберігати на складі, щоб отримати найбільший прибуток при виконанні додаткових умов:

1) *варіанти 1–8*: кількість вантажу А на складі повинна перевищувати кількість вантажу Б щонайменше на c тонн;

2) *варіанти 9–16*: кількість вантажу Б на складі повинна перевищувати кількість вантажу А щонайменше на c тонн;

3) *варіанти 17–23*: кількість вантажу А на складі повинна перевищувати кількість вантажу Б щонайменше у c разів;

4) *варіанти 24–30*: кількість вантажу Б на складі повинна перевищувати кількість вантажу А щонайменше у c разів.

Вихідні дані задачі за варіантами наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Вихідні дані до виконання практичного заняття 1.

Вар.	a_1	a_2	b_1	b_2	α	β	c	Вар.	a_1	a_2	b_1	b_2	α	β	c
1	3	7	4	2	25	40	50	16	6	4	9	5	30	15	18
2	5	6	3	7	10	25	30	17	6	5	1	3	15	20	1,5
3	4	7	3	4	15	25	40	18	4	7	6	5	30	25	2
4	2	5	3	2	25	18	45	19	18	14	6	7	15	20	1,2
5	4	3	8	5	15	10	30	20	7	5	5	11	17	40	2,5
6	7	5	4	9	12	21	15	21	10	4	5	9	10	25	3
7	6	5	8	3	16	11	35	22	8	3	6	11	20	10	1,4
8	9	5	3	5	15	19	40	23	12	17	3	5	14	24	2
9	6	4	5	9	15	23	30	24	10	11	5	4	25	20	2
10	4	7	5	6	10	12	30	25	9	5	6	7	20	30	3
11	8	7	6	11	15	12	45	26	4	7	9	3	10	16	3
12	7	4	4	9	10	25	15	27	8	3	7	8	14	15	2,5
13	10	5	6	7	21	16	30	28	9	12	4	5	21	9	1,5
14	5	8	7	6	21	32	15	29	8	5	4	9	16	15	2
15	4	11	3	1	20	10	12	30	3	7	10	8	20	15	2

Приклад виконання завдання

Оптовий склад загальною площею $S = 300 \text{ м}^2$ надає послуги зі зберігання вантажів двох типів А і Б. Для забезпечення належного зберігання склад має в наявності $N = 180$ одиниць складської тари. Зберігання тонни вантажу А потребує $3,0 \text{ м}^2$ складських площ та 3 одиниці тари, зберігання тонни вантажу Б потребує $5,0 \text{ м}^2$ складських площ та 2 одиниці тари. Прибуток складу на місяць від зберігання тонни вантажу А складає $10,0 \text{ грн.}$, вантажу Б — $30,0 \text{ грн.}$ Визначити, яку кількість вантажів А і Б необхідно зберігати на складі, щоб отримати найбільший прибуток, якщо кількість вантажу Б на складі не повинна бути більшою ніж кількість вантажу А на 30 тонн.

Розв'язок.

Складемо економіко-математичну модель задачі. Нехай x_1 та x_2 — відповідно кількість вантажів А і Б, що необхідно зберігати на складі. Тоді, за умовою задачі, необхідно максимізувати місячний прибуток складу

$$Z = 10x_1 + 30x_2 \Rightarrow \max,$$

при обмеженнях:

– на складські площі

$$3x_1 + 5x_2 \leq 300;$$

– на наявну кількість складської тари

$$3x_1 + 2x_2 \leq 180;$$

– на відношення між кількістю вантажів різних видів, що знаходиться на зберіганні

$$-x_1 + x_2 \leq 30;$$

– на невід'ємність змінних задачі

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача має дві незалежні змінні, тому її можна розв'язати графічним методом. Побудуємо в системі координат x_1 , x_2 прямі, що відповідають обмеженням задачі, обернувши нерівності на рівності. Багатокутник $OABC$ визначає область допустимих рішень задачі (заштрихована на рис. 2.2). Координати будь-якої з її точок задовольняють систему обмежень задачі.

Для знаходження точки, у якій цільова функція задачі досягає найбільшого значення побудуємо з початку координат вектор $\text{grad } \bar{Z} = \{10; 30\}$, координатами якого є коефіцієнти при змінних у цільовій функції задачі.

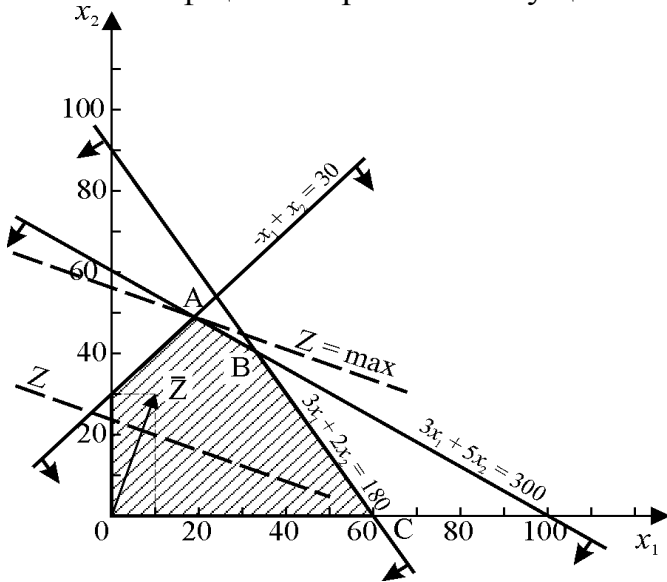


Рисунок 2.2 — Розв'язання задачі графічним методом

Вектор \bar{Z} задає напрямок збільшення значень цільової функції. Проведемо перпендикулярно йому будь-яку пряму, а потім пересуватимемо її паралельно самій собі у напрямку вектора \bar{Z} доти, доки він не торкнеться крайньої точки на області допустимих рішень (відповідні прямі показані на рис. 1.2 пунктирною лінією). Такою точкою буде точка A , координати якої визначають оптимальне рішення задачі.

Для точного знаходження координат точки A необхідно вирішити систему двох лінійних рівнянь, що відповідають двом прямим, які перетинаються у цій точці:

$$\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 = 300; \\ -x_1 + x_2 = 30. \end{cases}$$

Розв'язуючи цю систему рівнянь отримаємо: $x_1 = 18,75$; $x_2 = 48,75$, тобто для досягнення максимального прибутку на складі необхідно зберігати 18,75 тонн вантажу A та 48,75 тонн вантажу B . За таких умов місячний прибуток складу складе $Z_{\max} = 10 \cdot 18,75 + 30 \cdot 48,75 = 1650$ грн.

Проаналізуємо використання складських площ та тари. Складські площі, очевидно, будуть використані повністю. Це витікає з того, що пряма $3x_1 + 5x_2 = 300$ (вона виражає обмеження на складські площі) проходить через екстремальну точку A . Підставляючи оптимальні значення змінних задачі у нерівність, що відповідає обмеженню на складську тару, отримаємо $3 \cdot 18,75 + 2 \cdot 48,75 = 153,75 < 180$.

Таким чином, $180 - 153,75 = 26,75 \approx 26$ одиниць складської тари не будуть використані для зберігання вантажів.

Контрольні запитання

1. Дайте формулювання задачі лінійного програмування в загальному вигляді.
2. За яких умов задачу лінійного програмування можна розв'язати графічним методом?
3. Що таке область допустимих рішень задачі та які її властивості?
4. Як графічно зображується цільова функція задачі? Як визначити напрямки її зростання та спадання?
5. У яких випадках задача лінійного програмування має один розв'язок? Не має розв'язків? Має безліч розв'язків?

Практичне заняття №4. Задача про призначення. (1 год.)

Мета: У процесі керування виробництвом найчастіше виникають задачі призначення виконавців на різні види робіт, наприклад: підбор кадрів і призначення кандидатів на вакантні посади, розподіл джерел капітальних вкладенні між різними проектами науково-технічного розвитку, розподіл екіпажів літаків між авіалініями.

Задачі про призначення можна сформулювати в такий спосіб. Необхідно виконати N різних робіт. Для їхнього виконання можна залучити N робітників. Кожний робітник за певну плату готовий виконати будь-яку роботу. Виконання будь-якої роботи варто доручити одному робітникові. Потрібно так розподілити роботи між робітниками, щоб загальні витрати на виконання всіх робіт були мінімальними.

Знання: моделі лінійного програмування (ЛП)

Уміння: визначати й використовувати для економічного аналізу: задача про призначення в стандартній формі; відкрита задача про призначення; таблицю задачі про призначення; матрицю призначень; ефективність призначень.

Теоретичні відомості

Нехай m — кількість робіт.

Задача про призначення в стандартній формі. При розгляді задачі про призначення в стандартній формі передбачається, що кількість робітників дорівнює кількості робіт.

Позначення:

c_{ij} — показник ефективності призначення i -го робітника на j -й роботі, наприклад витрати виконання i -м робітником j -й роботи;

x_{ij} — змінна моделі ($x_{ij} = 1$, якщо i -й робітник використовується на j -й роботі, і $x_{ij} = 0$ у протилежному випадку).

Модель задачі про призначення:

$$\max(\min) Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (1)$$

за умов:

$$(2)$$

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &= b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m); \\ x_j &\geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n). \end{aligned} \quad (3)$$

Де (1) — цільова функція (мінімум витрат на виконання всіх робіт);

(2) - система обмежень, що відображає наступні умови: а) кожна робота повинна бути виконана одним робітником; б) кожний робітник може бути притягнутий до однієї роботи; (3) - умови незаперечності змінних.

При рішенні задачі про призначення вихідною інформацією є таблиця задач про призначення $c = \{c_{ij}\}$, елементами якої служать показники ефективності призначень. Для задачі про призначення, записаної в стандартній формі, кількість рядків цієї таблиці збігається з кількістю стовпців:

Робота	1	2	...	j	...	m
Працівник						
1	C11	C12	...	C1j	...	C1m
2	C21	C22	...	C2j	...	C2m
...
i	Ci1	Ci2	...	Cij	...	Cim
...
m	Cm1	Cm2	...	Cmj	...	Cmm

Результатом рішення задачі про призначення (1)—(3) є вектор $x^* = \{x_{ij}^*\}$, компоненти якого — цілі числа.

Оптимальний план задачі про призначення (1)—(3) можна представити у вигляді квадратної матриці призначень, у кожному рядку й у кожному стовпці якої перебуває рівно одна одиниця. Таку матрицю іноді називають матрицею перестановок. Значення цільової функції (1), що відповідає оптимальному плану, називають *ефективністю призначень*.

Задача про призначення у відкритій формі. Задачі про призначення у відкритій формі виникають тоді, коли кількість робітників *не дорівнює* кількості робіт. У цих випадках задача може бути перетворена в задачу, сформульовану в стандартній формі.

Нехай, наприклад, кількість робітників n перевищує кількість робіт m . Введемо додаткові фіктивні роботи з індексами $j = m + 1, \dots, n$. Коефіцієнти

таблиці призначень c_{ij} , $i = 1, \dots, n$; $j = m + 1, \dots, n$, покладемо рівними нулю. У цьому випадку одержуємо задачу, сформульовану в стандартній формі. Якщо в

оптимальному плані цієї задачі $x_{ij} = 1$ при $j = m + 1, \dots, n$, то виконавець i призначається на виконання фіктивної роботи, тобто залишається без роботи. Помітимо, що оптимальне значення цільової функції вихідної задачі збігається з оптимальним значенням задачі, наведеної до стандартної форми. Тому ефективність призначень у результаті такого перетворення не змінюється.

Слід особливо зазначити, що задача про призначення є приватним випадком транспортної задачі, у якій кількість пунктів виробництва збігається з кількістю пунктів споживання, а всі величини попиту й величини пропозиції рівні.

Приклади

Приклад 1. Розподіл робіт.

Фірма одержала замовлення на розробку п'яти програмних продуктів. Для виконання цих замовлень вирішено залучити п'ятьох найбільш досвідчених

програмістів. Кожний з них повинен написати одну програму. У наступній таблиці наведені оцінки часу (у днях), необхідного програмістам для виконання кожної із цих робіт:

Програміст\програма	1	2	3	4	5
Іваненко	46	59	24	62	67
Петренко	47	56	32	55	70
Сідоренко	44	52	19	61	60
Гальчук	47	59	17	64	73
Зібров	43	65	20	60	75

Оцінки були дані самими програмістами, і у фірми немає підстави їм не довіряти.

Треба розподілити роботи між програмістами, щоб загальна кількість людино-днів, витрачена на виконання всіх п'яти замовлень, було мінімальним.

Завдання:

1. Яка мінімальна кількість людино-днів необхідна для виконання всіх п'яти замовлень?

2. Яку програму варто доручити Сідоренку?

3. Яку програму варто доручити Зіброву?

Рішення. Таблиця задачі про призначення представлена в умові. Провівши розрахунки, одержуємо наступну матрицю призначень:

Програмувач\програма	1	2	3	4	5
Іваненко	0	0	0	0	1
Петренко	0	0	0	1	0
Сідоренко	0	1	0	0	0
Гальчук	0	0	1	0	0
Зібров	1	0	0	0	0

З огляду на вихідну інформацію, одержуємо наступний результат:

Програмувач\програма	Програма	Кількість людино-годин
Іваненко	5	67
Петренко	4	55
Сідоренко	3	52
Гальчук	2	17
Зібров	1	43
Разом		234

Відповіді: 1. 234 людино-днів. 2. Програму 2. 3. Програму 1.

Задачі для розв'язування

Задача 1. Цех металообробки одержав термінове замовлення на випуск партії деталей. Для виробництва деталі необхідно виконати операції на чотирьох верстатах. У цеху працюють чотири слюсарі високої кваліфікації, кожний з яких може працювати на будь-якому верстаті, але з різним відсотком браку (відсоток браку відомий з документації ВТК):

Робітник\Станок	1	2	3	4
1	2,3	1,9	2,2	2,7
2	1,8	2,2	2,0	1,8
3	2,5	2,0	2,2	1,8
4	2,0	2,4	2,4	2,8

Розподілити верстати між робітниками таким чином, щоб відсоток браку був мінімальним. (Передбачається, що ВТК перевіряє готову деталь, тобто загальний відсоток браку визначається як сума відсотків браку, допущеного всіма робітниками.)

Визначити:

1. На якому верстаті повинен працювати робітник 2?
2. Чому дорівнює мінімальний загальний відсоток браку?

Задача 2. Київська фірма по виробництву чоловічих головних уборів планує освоєння нових ринків збуту в п'яти містах. Можливості збуту невеликі, так що в кожне місто досить направити одного торговельного представника фірми для висновку з магазинами договорів про поставки.

У наступній таблиці зазначений обсяг попиту (у млн грн.):

Місто	Одеса	Харків	Житомир	Львів	Донецьк
Обсяг попиту	9	5	4	3	6

Фірма має у своєму розпорядженні дані про професійні можливості шести своїх співробітників. У наступній таблиці втримуються оцінки ступеня освоєння ринку, що може забезпечити відповідний торговельний представник фірми:

Представник	П1	П2	П3	П4	П5	П6
Оцінка ступеню освоєння ринку	0,7	0,6	0,5	0,8	0,4	0,5

Так, представник П1 може освоїти 70% від обсягу попиту в будь-якому місті. Наприклад, якщо направити його у Одесу, то дохід фірми на цьому ринку складе 6,3 млн грн.

Розподіліть торговіельних агентів по містах таким чином, щоб фірма одержала максимальний дохід.

Визначити:

1. Чому дорівнює максимальний дохід фірми?
2. У яке місто варто направити торговельного представника П1?
3. Хто з торговельних представників не буде використаний?

Задача 3. Фірма одержала замовлення на розробку п'яти програмних продуктів. На фірмі працюють шість кваліфікованих програмістів, яким можна доручити виконання цих замовлень. Кожний з них дав оцінку часу (у днях), необхідного для розробки програм. Ці оцінки наведені в наступній таблиці:

програміст\програма	1	2	3	4	5
Іваненко	46	59	24	62	67
Петренко	47	56	32	55	70
Сідоренко	44	52	19	61	60
Гальчук	47	59	17	64	73
Зібров	43	65	20	60	75
Фокін	41	53	28	54	68

Виконання кожного з п'яти замовлень фірма вирішила доручити одному програмістові. Ясно, що один із програмістів не одержить замовлення.

Кожному програмістові, якому буде доручене виконувати замовлення, фірма запропонувала плату 600 грн. у день. Розподіліть роботу між програмістами, щоб загальні витрати на розробку програм були мінімальними.

Визначити:

1. Чому рівні мінімальні витрати фірми на виконання всіх п'яти замовлень?
2. Яку програму варто доручити Сідоренку?
3. Яку програму варто доручити Зіброву?

4. Хто із програмістів не одержить замовлення?

5. Стало відомим, що не всі програмісти погодилися з умовами оплати, обґрунтовуючи це тим, що мають різну кваліфікацію. У результаті була досягнута домовленість про наступні розміри оплати в день (у грн.):

Програмувач	Розмір оплати
Іваненко	600
Петренко	800
Сідоренко	650
Гальчук	800
Зібров	650
Фокін	800

Чи зміниться розподіл робіт між програмістами при нових умовах оплати праці? Які будуть у цьому випадку загальні мінімальні витрати? Хто із програмістів при нових умовах не одержить замовлення?

Задача 4. П'ять навчальних груп економічного факультету збираються відвідати під час практики 10 підприємств і НДІ. Кожна навчальна група може відвідати дві організації. Шляхом опитування студентів виявлені переваги кожної групи для 10 організацій (1 означає «найбільш краща», а 10 - «найменш краща»). Переваги кожної з п'яти навчальних груп показані в таблиці (П--промислові підприємства; НДІ- науково-дослідні інститути):

Організація\Група	1	2	3	4	5
П-1	3	2	1	4	2
П-2	2	5	3	3	5
П-3	1	1	2	1	1
П-4	4	3	5	2	3
П-5	6	7	4	6	6
НДІ-1	7	4	8	7	4
НДІ-2	10	8	6	10	9
НДІ-3	5	6	7	5	10
НДІ-4	9	9	10	9	8
НДІ-5	8	10	9	8	7

Визначите, які дві організації повинна відвідати кожна група, щоб у максимальному ступені були враховані переваги всіх студентів.

Завдання:

1. Чому дорівнює сума балів, що відповідає найкращому розподілу груп по організаціях?

2. Яка група повинна відвідати НДІ-2?

3. Яку ще організацію повинна відвідати ця група?

4. Деканат вніс пропозицію, щоб кожна група відвідала одне підприємство й один НДІ. Укажіть тепер такий варіант розподілу, щоб кожній групі дісталася по одному промисловому підприємству й одному НДІ. Чому дорівнює сума оцінних балів у цьому випадку?

5. Яка група повинна відвідати НДІ-5 при нових умовах?

6. Яку ще організацію повинна відвідати ця група?

Задача 5. Літаки компанії «Дніпрівія» літають між Мелітополем й Львовом. Графік руху показаний у наступній таблиці:

Мелітополь-Львів			Львів-Мелітополь		
№ рейса	Час	Час	№ рейса	Час	Час
	відправки	прибуття		відправки	прибуття
110	6:00	9:00	210	7:00	10:00
120	8:00	11:00	220	10:00	13:00
130	12:00	15:00	230	13:00	16:00
140	15:00	17:00	240	16:00	19:00
150	19:00	22:00	250	21:00	24:00
160	23:00	2:00	260	0:00	3:00

Рейси можуть обслуговуватися Мелітопольським або львівським екіпажами. Будь-який екіпаж виконує пари рейсів - «туди й назад». Час, необхідне для підготовки літака до чергового рейсу, - одна година. Потрібно визначити, яку пару рейсів варто виконувати кожному екіпажу й з якого загону, Мелітопольського або львівського, повинен бути відповідний екіпаж. Розподіл рейсів необхідно здійснити таким чином, щоб сумарний час очікування вильоту в «чужому» місті було мінімальним. Час очікування не включає ту годину, що йде на підготовку літака до чергового рейсу.

Визначити:

1. Чи вірно, що рейс 210 повинен виконуватися Мелітопольським екіпажем?
2. Чи вірно, що рейси 240 і 160 повинні виконуватися одним екіпажем?
3. Чи вірно, що рейс 160 повинен обслуговуватися львівським екіпажем?
4. Яке мінімальний загальний час перебування екіпажів в «чужих» містах?
5. Яку кількість рейсів повинні виконувати Мелітопольські екіпажі?

Практичне заняття № 5

Задача на використання платіжної матриці (2год.)

Мета: ознайомити з типовими задачами на використання методу платіжної матриці у моделюванні управлінських рішень.

Основні терміни та поняття: Кількісні методи. Якісні методи. Аналітичні методи. Методи математичного програмування. Метод «платіжної матриці». Метод «дерева рішень». Методи теорії ігор. Точка беззбитковості.

Практичні завдання:

Завдання 1. Типова задача на використання методу платіжної матриці

Умови задачі. Організація має 3 альтернативи інвестування своїх коштів:

- 4) у фірму по виробництву товарів для відпочинку;
- 5) в енергетичну компанію;
- 6) у фірму по виробництву продуктів харчування.

При реалізації кожної з альтернатив можливе виникнення двох ситуацій: високі темпи інфляції; низькі темпи інфляції. Імовірності виникнення зазначених ситуацій складають відповідно 0,3 і 0,7. Розраховані ефекти від реалізації кожної альтернативи наведені в таблиці:

Альтернативи інвестування коштів	Можливий рівень інфляції	
	Високий (p=0,3)	Низький (p=0,7)
1) виробництво товарів для відпочинку	-10000	+50000
2) енергетична компанія	+90000	-15000
3) виробництво продуктів харчування	+30000	+25000

Постановка задачі. Якій з альтернатив інвестування коштів слід віддати перевагу?

Розрахуємо очікувані ефекти від реалізації кожної альтернативи:

$$EV1 = 0,3(-10000) + 0,7(+50000) = 32000$$

$$EV2 =$$

$$EV3 =$$

У висновку зазначити, яка з альтернатив має найбільший очікуваний ефект.

Завдання 2. Аналіз взаємозв'язку витрат, обсягу діяльності та прибутку (беззбитковості) в роботі підприємств

Однією з найважливіших характеристик взаємозв'язку затрат, обсягу виробництва і прибутку є аналіз беззбитковості. Такий аналіз можливий при системі обліку змінних затрат, основою якої є поділ затрат на постійні та змінні, а також при використанні показника маржинального доходу.

Точка беззбитковості – це такий обсяг реалізації, коли доходи підприємства дорівнюють його затратам, а підприємство не має ні прибутку, ні збитків.

Точка беззбитковості може бути визначена трьома методами: методом рівняння; методом маржинального доходу; графічним методом.

$$\text{Точка беззбитковості} = \frac{\text{постійні затрати}}{\text{ціна одиниці вибору} - \text{змінні витрати на одницю вибору}}$$

Маржинальний дохід = Дохід – змінні витрати

Коефіцієнт маржинального доходу (КМД) – це співвідношення суми маржинального доходу і суми доходу від реалізації.

Задача 2.1. Умови задачі: Підприємство виготовляє і реалізує вироби.

Дані на один виріб: ціна 70 грн., змінні витрати 50 грн. Постійні витрати за місяць складають 12000 грн. Обсяг реалізації – 1000 од.

Постановка задачі: Визначити точку беззбитковості різними методами.

Розв'язання задачі:

4. Знайдемо величину маржинального доходу $20 = (70 - 50)$ грн.

5. Розрахуємо основні показники за місяць:

Виручка від реалізації = $70 * 1000 = 70000$ грн. (100%)

Змінні витрати всього (1000 шт * 50 грн.) = 50000 грн. (71,4%)

Маржинальний дохід = 20000 грн. (28,6%)

Оскільки, постійні витрати дорівнюють 12000 грн., тоді прибуток складатиме 8000 грн. (20 000 - 12000).

6. Визначимо точку беззбитковості (ТБ) для цього підприємства;

а) за умови, що ТБ визначають у кількісному вимірі (в одиницях):

$$ТБ = \frac{\text{постійні затрати}}{\text{маржинальний дохід на одницю продукції}}$$

$$ТБ = \frac{12000 \text{ грн.}}{20 \text{ грн.}} = 600 \text{ шт.}$$

Формула беззбитковості у вартісному виразі:

$$\text{Точка беззбитковості} = \frac{\text{постійні затрати}}{\text{коефіцієнт маржинального доходу}}$$

$$\text{Точка беззбитковості} = \frac{12000}{0,286} = 41958,04 \text{ шт.}$$

$$КМД = \frac{20000}{70000} = 0,286$$

$$ТБ = \frac{12000}{0,286} = 42000 \text{ грн.}$$

Тепер точка беззбитковості становитиме:

Задача 2.2. Розрахунок точки беззбитковості для бізнес-портфелю підприємства

Постановка задачі: Підприємство виробляє та реалізує два різних товари. Ціна реалізації товару А – 7 грн., а змінні витрати дорівнюють 2,94 грн. Ціна реалізації товару Б – 15 грн., а змінні витрати – 4,5 грн. Відділ маркетингу прогнозує обсяг продажів товарів А і Б у наступному співвідношенні: 5:1. Постійні витрати підприємства дорівнюють 36 000 грн.

Необхідно розрахувати точку беззбитковості у матеріальному та вартісному виразі.

Розв'язання:

6. Розрахунок МД кожного з товарів:

$$МД_A = 7 - 2,94 = 4,06 \text{ грн.}$$

$$МД_B = 15 - 4,5 = 10,5 \text{ грн.}$$

7. Визначимо МД портфелю:

$$МД_{\text{портфелю}} = (4,06 * 5) + (10,5 * 1) = 30,8$$

8. Знайдемо точку беззбитковості для середньої кількості для портфеля підприємства:

$$ТБ = ПВ / МД_{\text{портфелю}}$$

$$ТБ = 36000 / 30,8 = 1169 \text{ од.}$$

9. Знайдемо точку беззбитковості для кожного з товарів:

$$ТБ_A = 1169 * 5 = 5845 \text{ од.}$$

$$ТБ_B = 1169 * 1 = 1169 \text{ од.}$$

10. Розрахуємо точку беззбитковості у вартісному виразі для портфеля в цілому:

$$ТБ = (5845 * 7) + (1169 * 15) = 40915 + 17535 = 58450 \text{ грн.}$$

Задача 2.3. Підприємство виробляє та реалізує три різних товари (А,В,С). Ціна реалізації товару А – 135 грн., а змінні витрати складають 73,5 грн. Ціна реалізації товару В – 165 грн., а змінні витрати – 58,9 грн. Ціна реалізації товару С – 220 грн., а змінні витрати – 146,2 грн. Відділ маркетингу прогнозує обсяг продажів товарів А, В, С у наступному співвідношенні: 3:4:5. Постійні витрати підприємства дорівнюють 950 000 грн.

Питання для самоперевірки.

7. Надати класифікацію методів обґрунтування управлінських рішень за критерієм ступеня невизначеності інформації про ситуацію.
8. Визначити особливості аналітичних, статистичних і теоретико-ігрових методів.
9. Надати характеристику методу «дерево рішень» як інструмента обґрунтування управлінських рішень.
10. Надати характеристику основних критеріїв теорії статистичних рішень (критерії песимізму, оптимізму, коефіцієнта оптимізму, Лапласа, жалю).
11. Розкрити сутність теорії ігор як метода обґрунтування управлінських рішень.
12. Охарактеризувати експертних методів обґрунтування управлінських рішень.

Практичне заняття № 6. Задача на дерево рішень. (6 год.)

Мета: Придбати навички пошуку раціональних рішень за допомогою методу дерева рішень

Порядок виконання роботи:

Завдання: визначення найкращої альтернативи в умовах ризику

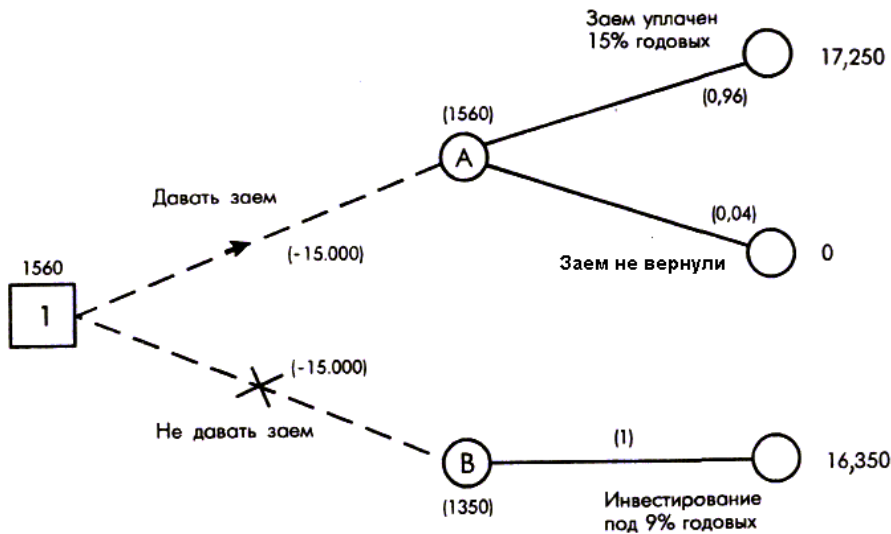
1. Вивчення прикладів.
2. Побудова дерева прийняття рішень або таблиці платежів.
3. Вибір критерію оцінки якості рішення (наприклад, максимізація прибутку або мінімізація витрат)
4. Оцінка корисності кожного з варіантів рішень і вибір найкращого рішення.
5. Аналіз чутливості отриманого рішення.
6. Побудова власної функції корисності (у вигляді графіка в MS Excel). Діапазон грошових сум вибрати на свій розсуд.
7. Для порівняння, на тому ж графіку побудувати пряму, яка відобразатиме нейтральне ставлення до ризику.
8. Аналіз отриманої функції на предмет ставлення до ризику.

До завдань прийняття рішень в умовах ризику, відносяться завдання, вихідні дані в яких можна описати за допомогою імовірнісних розподілів. У подібних моделях термін ризик має цілком певний сенс: розглядається кілька станів природи, і ми можемо зробити припущення про ймовірності настання кожного можливого стану природи.

Якщо рішення приймається в умовах ризику, то вартості альтернатив зазвичай описуються імовірнісними розподілами. Тобто прибуток (витрати), пов'язаний з кожним альтернативним рішенням, є випадковою величиною (повернуть або не повернуть кредит: в одному випадку ми отримуємо прибуток, в іншому - збитки). В якості критерію прийняття рішення використовується очікуване значення вартості - математичне сподівання (M). Всі альтернативи порівнюються з точки зору максимізації очікуваного прибутку або мінімізації очікуваних витрат.

Приклад 1. Для фінансування проекту бізнесмену потрібно зайняти строком на один рік 15000 дол. Банк може позичити йому ці гроші під 15%

річних або вкласти в справу зі 100%-им поверненням суми, але під 9% річних. З минулого досвіду банкіру відомо, що 4% таких клієнтів позику не повертають. Що робити? Давати йому позику чи ні?



Побудова дерева рішень

- Квадратні "вузли" позначають місця, де приймається рішення (з квадрата виходять альтернативи);

- Круглі "вузли" - поява випадків (випадковий вибір стану природи).

Чисельні значення доходів (результати) прораховуються, починаючи з кінця "гілок", поступово наближаючись до вихідного питання.

Результат A1 = 15000 + 15% від 15000 = 17250

Результат A0 = 0

Результат B1 = 15000 + 9% від 15000 = 16350

Чистий дохід, що отримується в разі вибору альтернативи А:

$M(\text{давати позику}) = (17250 \cdot 0,96 + 0 \cdot 0,04) - 15\,000 = 16\,560 - 15\,000 = 1560$ дол.

Вибір альтернативи В дає:

$M(\text{не давати позику}) = (16350 \cdot 1,0 - 15\,000) = 1350$ дол.

Оскільки очікуваний чистий дохід більше для альтернативи А, то приймаємо рішення видати позику.

Аналіз чутливості

Рішення, прийняті за допомогою «дерева», залежать від ймовірності результатів. Чутливість рішення визначається розміром змін імовірності. Вибираючи рішення, ми повинні знати, наскільки воно залежить від змін ймовірностей, і, отже, наскільки можна покладатися на цей вибір.

Проаналізуємо чутливість у щойно розглянутому прикладі. Очікувані чисті доходи в «вузлах» А і В досить близькі: 1560 і 1350 дол. Вибір рішення залежить від значення ймовірностей. Аналіз чутливості дозволяє нам обчислити «розкид» ймовірностей, які змінюють наш вибір.

Позначимо ймовірність «неповернення» позики через p . Тоді варіант А дає чистий дохід

$$17250 * (1-p) + 0 * p - 15000 = 17250 - 17250 * p.$$

Варіант В дає чистий дохід 1350 дол. Врівноваження цих результатів дає:
 $2250 - 17250 * p = 1350 \Rightarrow p = 900/17250 = 0,052.$

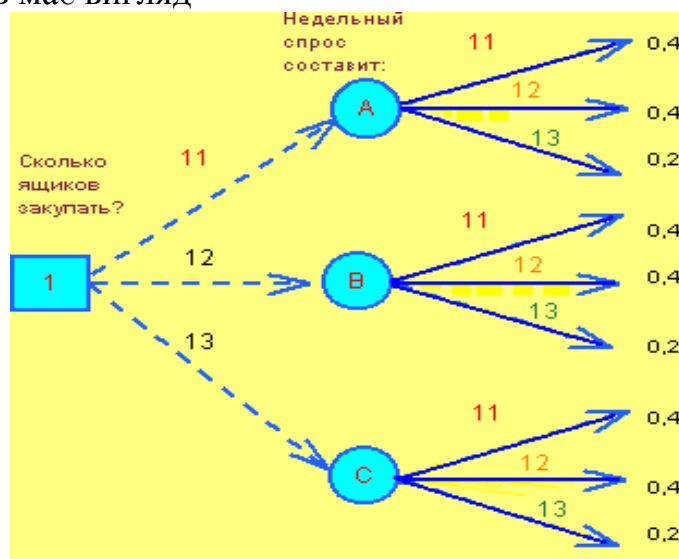
Оскільки результат $p \approx 0,05$ виявився близький до $p \approx 0,04$, це показує, що вибір рішення дуже чутливий до розрахунків величини ймовірності, і найменша помилка може призвести до зміни вибору. Що показує важливість аналізу чутливості в процесі прийняття рішень.

Приклад 2. Посередницька фірма щотижнево закуповує та розповсюджує хімічні реактиви для фотолабораторій. Вартість закупівлі шухляди становить 50 дол., прибуток від продажу шухляди - 80 дол. Статистика дослідження попиту наведена в таблиці.

Тижневий попит, шухляд	Ймовірність
11	0,4
12	0,4
13	0,2

Якщо закуплена шухляда залишилася непроданою, фірма несе збиток 50 доларів. Визначити розмір запасу, який доцільно створити фірмі. Чи зміниться рішення, якщо незадоволений попит клієнта буде оцінений в 45 доларів?

Дерево рішень має вигляд



Підсумкова таблиця рішення задачі в Excel має вигляд

			Вероятность спроса	Закупка	Спрос	Продано	Не продано	Неудовл. спрос	Ожидаемый чистый доход	То же, с учетом неудовл. спроса	
Сколько ящиков закупать?	A	11	0.4	11	11	11	0	0	330	330	
		12	0.4	11	12	11	0	1	330	285	
		13	0.2	11	13	11	0	2	330	240	
										330	294
	B	11	0.4	12	11	11	1	0	280	280	
		12	0.4	12	12	12	0	0	360	360	
		13	0.2	12	13	12	0	1	360	315	
										328	319
	C	11	0.4	13	11	11	2	0	230	230	
12		0.4	13	12	12	1	0	310	310		
13		0.2	13	13	13	0	0	390	390		
									294	294	
Стоимость закупки	50										
Стоимость продажи	80										
Штраф за неудовл. спрос	45										

Очікуваний чистий дохід максимальний при виборі альтернативи А (330 дол.). З урахуванням штрафів за незадоволений попит максимальний чистий дохід дає альтернатива В (319 дол.).

Приклад 3. Банк вирішує питання, чи перевіряти конкурентоспроможність клієнта, перед тим, як видавати позичку. Аудиторська фірма бере з банку 80 дол. за перевірку. В результаті цього перед банком постають дві проблеми: перша проводити чи ні перевірку, друга - видавати після цього позичку чи ні.

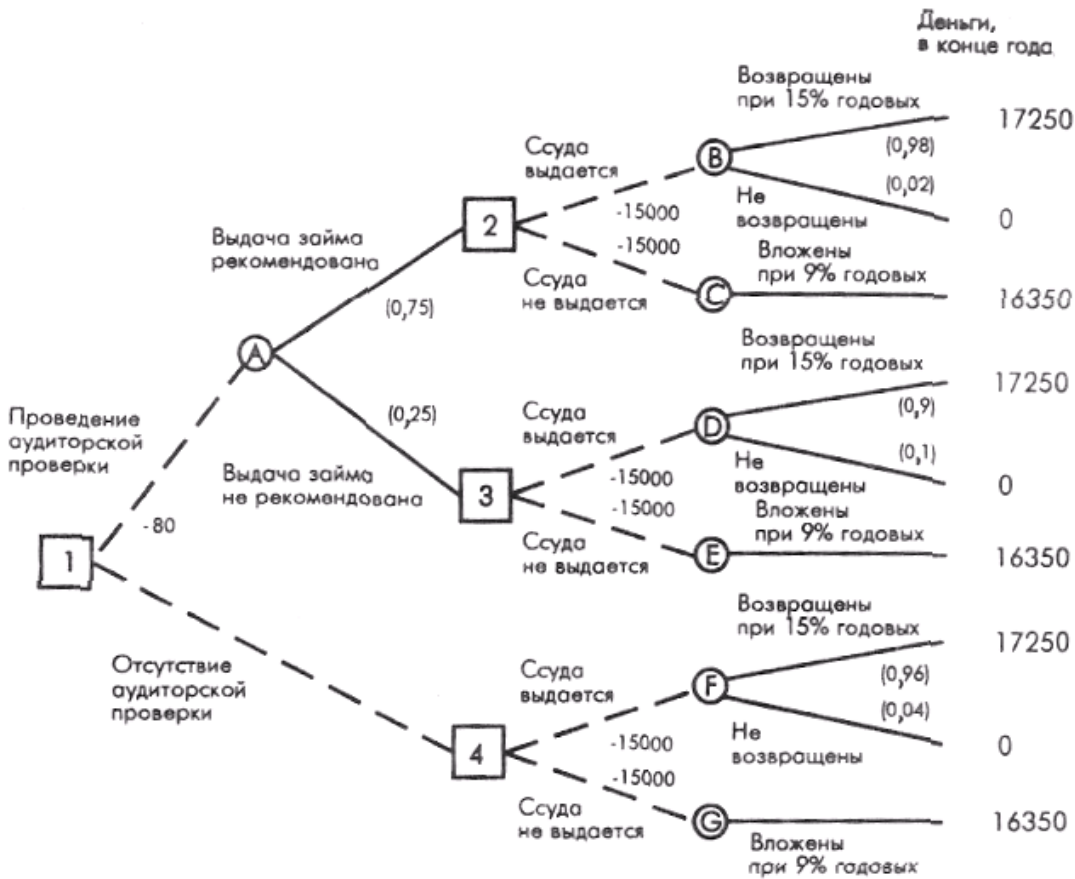
Вирішуючи першу проблему, банк перевіряє правильність виданих аудиторською фірмою відомостей. Для цього вибираються 1000 чоловік, які були перевірені і яким згодом видавалися позички.

Рекомендації аудиторської фірми і повернення позички

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

Рішення задачі складається з наступних етапів.

Етап. 1. Будуємо дерево рішень.



Етап 2. Використовуючи дані таблиці, обчислимо ймовірності кожного результату:

- P (клієнт позику поверне; фірма рекомендувала) = $735/750 = 0,98$;
- P (клієнт позику не поверне; фірма рекомендувала) = $15/750 = 0,02$;
- P (клієнт позику поверне; фірма не рекомендувала) = $225/250 = 0,9$;
- P (клієнт позику не поверне; фірма не рекомендувала) = $25/250 = 0,1$.

Етап 3. Зліва направо проставимо грошові результати кожного з «вузлів», використовуючи результати, обчислені раніше. Будь-які витрати, що зустрічаються віднімаємо з очікуваних доходів. Таким чином підраховуємо все «дерево». Після того, як пройдені квадрати «рішень», вибирається «гілка», що веде до найбільшого з можливих при даному рішенні очікуваному доходу.

Спочатку подивимося на кола фіналів В і С, що є наслідком квадрата 2 (чи видавати позиčku клієнтові). Дохід, очікуваний від результату В: $M(B) = 17250 \text{ дол.} \times 0,98 + 0 \times 0,02 = 16905 \text{ дол.}$; чистий очікуваний дохід: $NM(B) = 16905 - 15000 = 1905 \text{ дол.}$

Дохід, очікуваний від результату С: $M(C) = 16350 \text{ дол.} \times 1,0 = 16350 \text{ дол.}$; чистий очікуваний дохід: $NM(C) = 16350 - 15000 = 1350 \text{ ф. ст.}$

Припустимо, що ми зараз в квадраті 2. Максимальний очікуваний дохід 1905 дол. досягається в колу В, тому приймаємо рішення видати позиčku.

Прийнявши рішення, коригуємо «дерево», проставивши чистий очікуваний дохід 1905 дол. над квадратом 2. «Гілка» «не давати позиčku» закреслюється.

Те ж саме робимо з колами результатів D і E. Дохід, очікуваний від результату D: $M(D) = (17\,250 \text{ дол.} \times 0,9) + (0 \times 0,1) = 15\,525 \text{ дол.}$; чистий очікуваний дохід: $NM(D) = 15\,525 - 15\,000 = 525 \text{ дол.}$

Аналогічно для результату E: $M(E) = 16\,350 \text{ дол.} \times 1,0 = 16\,350 \text{ дол.}$; чистий очікуваний дохід: $NM(E) = 16\,350 - 15\,000 = 1\,350 \text{ дол.}$

Якщо б ми були в квадраті 3, то максимальний очікуваний дохід дорівнював би 1350 дол., і можна було б прийняти рішення не видавати позику.

Нарешті приступаємо до розрахунку кіл результатів F і G, які є результатами рішення 4.

$$M(F) = 17\,250 \text{ дол.} \times 0,96 + 0 \times 0,04 = 16\,560 \text{ дол.};$$

$$NM(F) = 16\,560 - 15\,000 = 1\,560 \text{ дол.};$$

$$M(G) = 16\,350 \text{ дол.} \times 1,0 = 16\,350 \text{ дол.};$$

$$NM(G) = 16\,350 - 15\,000 = 1\,350 \text{ дол.}$$

У квадраті 4 максимальний очікуваний чистий дохід становить 1560 дол., і тому приймаємо рішення видати клієнту позику. Сума 1560 дол. надписується над квадратом 4, а альтернативна «гілка» перекреслюється.

Тепер повернемося до «вузлів» A та 1. Використовуючи очікувані чисті доходи над квадратами 2 і 3, розрахуємо математичне сподівання для комірки A:

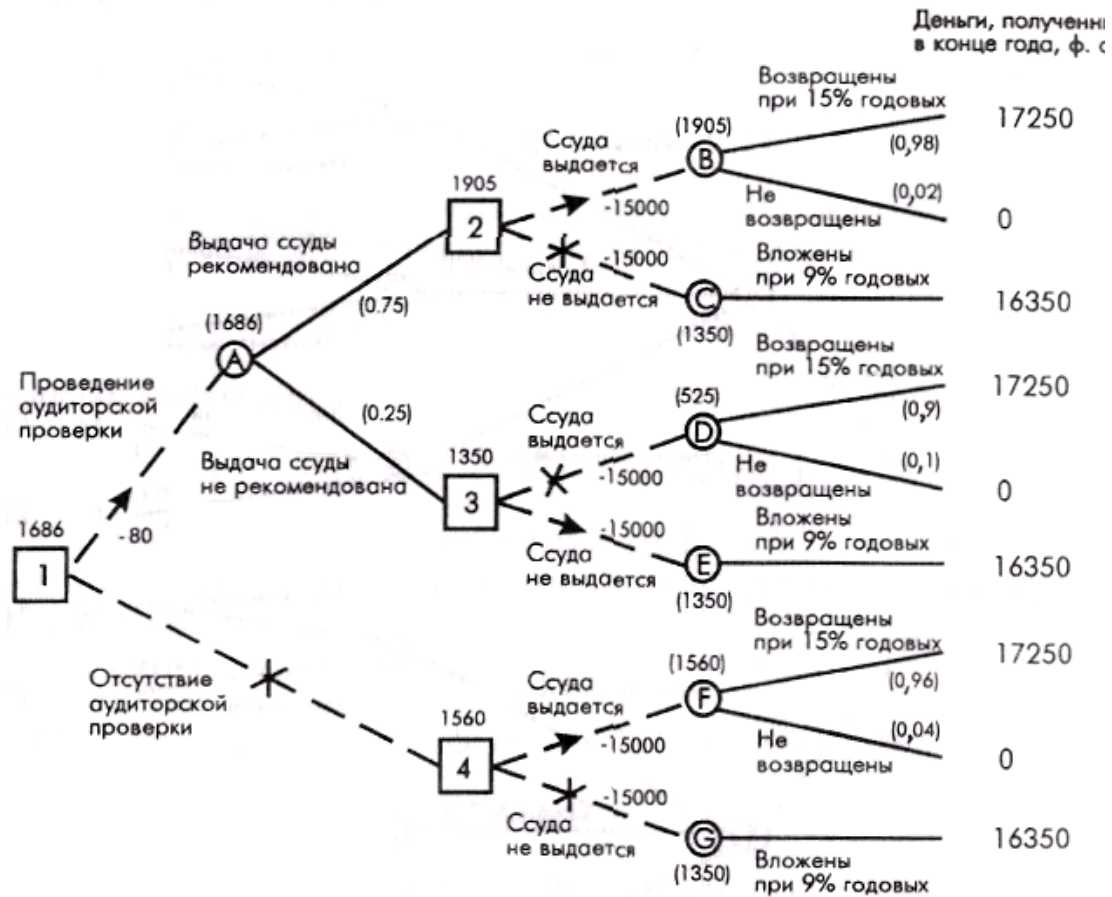
$$M(A) = (1\,905 \text{ дол.} \times 0,75) + (1\,350 \text{ дол.} \times 0,25) = 1\,766 \text{ дол.}$$

Оскільки аудиторська перевірка коштує 80 дол., очікуваний чистий дохід складе:

$$NM(A) = 1\,766 - 80 = 1\,686 \text{ дол.}$$

Тепер можна проставити значення першого рішення квадрата 1. Чи повинен банк скористатися аудиторською перевіркою? У цьому «вузлі» максимальне математичне сподівання - 1686 дол., тому перекреслюємо альтернативну «гілку».

На наступному рисунку стрілками показана послідовність рішень, що веде до максимального чистого доходу: в квадраті 1 скористаємося аудиторською перевіркою. Якщо видача позички рекомендується фірмою, тоді в квадраті 2 - видати позичку, якщо не рекомендується, то в квадраті 3 - не видавати позичку, а інвестувати ці гроші під стабільні 9% річних.



Побудова індивідуальної функції корисності

У попередніх прикладах платежі виражалися у вигляді реальних грошей. Найчастіше виникають ситуації, коли при аналізі слід використовувати скоріше «корисність», ніж реальну величину платежів. Для демонстрації цього припустимо таке. Існує шанс 50 на 50, що інвестиція в 20 000 дол. або принесе прибуток в 40 000 дол., або буде повністю втрачена. Відповідно, очікуваний прибуток дорівнює

$$40000 \times 0,5 - 20\,000 \times 0,5 = 10000 \text{ дол.}$$

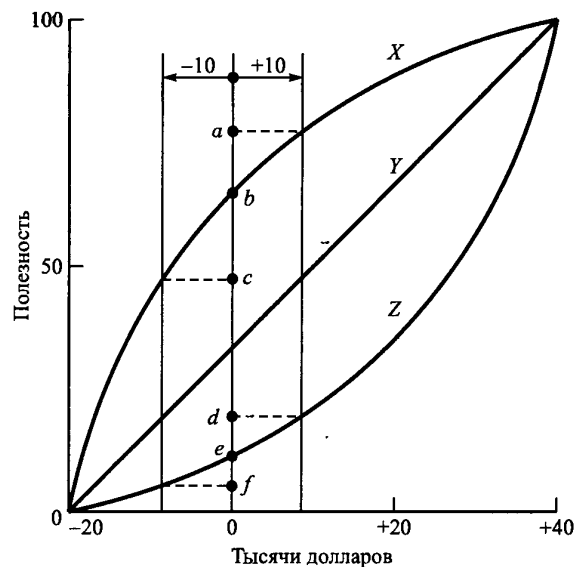
Хоча очікується прибуток у вигляді чистого доходу, різні люди можуть по-різному інтерпретувати отриманий результат. Інвестор, який йде на ризик (або мільйонер), може вкласти гроші, щоб з імовірністю 50% отримати прибуток в 40 000 дол. Навпаки, обережний інвестор (студент?), може не захотіти ризикувати втратою 20000 дол.

Визначення корисності є суб'єктивним. Воно залежить від нашого ставлення до ризику. Розглянемо, як можна побудувати функцію корисності, що відображає наше ставлення до грошей, наприклад, до ризику виграти або програти певну суму. У прикладі, наведеному вище, найкращий платіж дорівнює 40 000 дол., а найгірший (-20000) дол. Ми встановлюємо шкалу корисності U (utility), що змінюється від 0 до 100, де 0 відповідає корисності -20000, а 100 - 40000, тобто $U(-20000) = 0$ і $U(40000) = 100$. Зрозуміло, 0 і 100 як кордони шкали вибрані довільно.

Якщо відношення ОПР неупереджено до ризику, то результуюча функція корисності є прямою лінією, що з'єднує точки (0, -20000) і (100, 40000). В цьому випадку корисність дорівнює грошовій оцінці результату. У більш реальних ситуаціях функція корисності може приймати інший вигляд. Нижче на малюнку ілюструється вид функції корисності для трьох індивідуумів X, Y і Z.

X обережний і не схильний до ризику, оскільки виявляє більшу чутливість до втрати, ніж до прибутку. Це впливає з того, що для індивідуума X при зміні в 10 000 дол. вправо і вліво від точки, що відповідає 0 доларів, збільшення прибутку змінює корисність на величину ab , яка менше зміни корисності bc , обумовленої втратами такої ж величини, тобто $ab < bc$. Індивідуум Z, навпаки, налаштований на ризик. Такі ж зміни в $\pm 10\ 000$ дол., виявляють протилежну поведінку; тут $de > ef$. А індивідуум Y є нейтральним до ризику, оскільки згадані зміни породжують однакові зміни корисності.

У загальному випадку індивідуум може бути, як не налаштований, так і налаштований на ризик, залежно від суми ризику. У цьому випадку відповідна крива корисності буде мати вигляд подовженої букви S.



Визначимо тепер корисність, відповідну проміжним значенням платежів, наприклад, -10 000, 0, 10000, 20000 або 30000. Для визначення корисності суми реальних грошей x , будемо використовувати таку формулу

$$U(x) = p * U(-20000) + (1-p) * U(40000) = 100 * (1-p), \quad 0 < p < 1.$$

Для визначення значення $U(x)$ просять ОПР повідомити свою перевагу між гарантованою готівковою сумою x і можливістю зіграти в лотерею, в якій з імовірністю p реалізується програш у сумі 20000 дол. і з імовірністю $1-p$ має місце виграш в 40000 дол. Під перевагою розуміється вибір значення з «нейтральною» ймовірністю p , при якій, з точки зору особи, що приймає рішення, можливості зіграти в лотерею або отримати гарантовану суму x є однаково привабливими. Наприклад, якщо $x = 10000$ дол., особа, що приймає рішення, може заявити, що гарантовані 10000 дол. готівкою і лотерея однаково привабливі при $p = 0,3$. В цьому випадку обчислюється корисність для $x = 10000$ за наступною формулою.

$$U(10000) = 100 * (1 - 0,3) = 70.$$

Ця процедура триває до тих пір, поки не буде отримано достатню кількість точок

$(x, U(x))$ для визначення форми функції корисності. Потім можна визначити $U(x)$ шляхом інтерполяції між отриманими точками.

Завдання

№ в журналі	Номери задач	№ в журналі	Номери задач	№ в журналі	Номери задач
1	1, 3	10	5, 12	19	3, 8
2	2, 4	11	1, 5	20	2, 12
3	6, 12	12	2, 8	21	4, 6
4	5, 8	13	1, 12	22	9, 11
5	7, 9	14	7, 10	23	3, 10
6	5, 7	15	8, 11	24	5, 8
7	8,10	16	9, 12	25	6, 9
8	9,11	17	4, 7	26	7, 10
9	10, 11	18	3, 4	27	8, 9

Задача 1

Вас запросили на телевізійну гру «Колесо фортуни». Колесо управляється за допомогою двох кнопок, які надають йому сильне (В) або слабе (Н) обертання. Саме колесо розділене на рівні області - білу (Б) і чорну (Ч). Вам повідомили, що у білій області колесо зупиняється з імовірністю 0,3, а в чорній 0,7. Плата, яку ви отримуєте за гру, дорівнює (в дол.) наступному (див. табл.) Побудувати дерево рішень. Яке очікуване значення прибутку?

	Б	Ч
Н	800	200
В	-2500	1000

Задача 2

Фермер може вирощувати або кукурудзу, або соєві боби. Ймовірність того, що ціни на майбутній урожай цих культур підвищаться, залишаться на тому ж рівні або знизяться, дорівнює відповідно 0,25, 0,30 і 0,45. Якщо ціни зростуть, урожай кукурудзи дасть 30 000 дол. чистого доходу, а урожай соєвих бобів - 10 000 дол. Якщо ціни залишаться незмінними, фермер лише покриє витрати. Але якщо ціни стануть нижчими, урожай кукурудзи і соєвих бобів призведе до втрат в 35 000 і 5000 дол. відповідно. Побудуйте дерево рішень. Яку культуру слід вирощувати фермеру? Яке очікуване значення його прибутку?

Задача 3

Фірма планує відкрити нове підприємство в Арканзасі. В даний час є можливість побудувати або велике підприємство, або невелике, яке через два роки можна буде розширити за умови високого попиту на продукцію, що випускається. Розглядається задача прийняття рішень на десятирічний період. Фірма оцінює, що впродовж цих 10 років ймовірність високого і низького попиту на вироблену продукцію буде дорівнює 0,75 і 0,25 відповідно. Вартість негайного будівництва великого підприємства дорівнює 5 млн. дол., а невеликого - 1 млн. дол.

Розширення малого підприємства через два роки обійдеться фірмі в 4,2 млн. дол. Прибуток, що отримується від функціонування виробничих потужностей протягом 10 років, наводиться в наступній таблиці.

Альтернатива	Очікуваний дохід за рік (тис. дол.)	
	Високий попит	Низький попит
Велике підприємство зараз	1000	300
Невелике підприємство зараз	250	200
Розширене підприємство через 2 роки	900	200

Побудуйте відповідне дерево рішень, беручи до уваги, що через два роки фірма може або розширити невелике підприємство, або не розширювати його. Сформулюйте стратегію будівництва для фірми на запланований 10-річний період. (Для простоти не беріть до уваги можливу інфляцію.)

Задача 4

Припустимо, у вас є можливість вкласти гроші в три інвестиційних фонди відкритого типу: простий, спеціальний (що забезпечує максимальний довгостроковий прибуток від акцій дрібних компаній) і глобальний. Прибуток від інвестиції може змінитися в залежності від умов ринку. Існує 10%-ва ймовірність, що ситуація на ринку цінних паперів погіршиться, 50%-ва - що ринок залишиться помірним і 40%-ва - що ринок буде зростати. Наступна таблиця містить значення відсотків прибутку від суми інвестиції при трьох можливостях розвитку ринку.

Побудуйте дерево рішень. Який фонд відкритого типу вам слід вибрати? Який відсоток прибутку при цьому очікується?

Альтернатива (фонди)	Відсоток прибутку від інвестиції, %		
	Погіршується ринок	Помірний ринок	Зростаючий ринок
Простий	+5	+7	+8
Спеціальний	-10	+5	+30
Глобальний	+2	+7	+20

Задача 5

Припустимо, у вас є можливість вкласти гроші або в 7,5%-і облігації, які продаються за номінальною ціною, або в спеціальний фонд, який виплачує

лише 1% дивідендів. Якщо існує ймовірність інфляції, відсоткова ставка зросте до 8%, і в цьому випадку номінальна вартість облігацій збільшиться на 10%, а ціна акцій фонду - на 20%. Якщо прогнозується спад, то процентна ставка знизиться до 6%. При цих умовах очікується, що номінальна вартість облігацій підніметься на 5%, а ціна акцій фонду збільшиться на 20%. Якщо стан економіки залишиться незмінним, ціна акцій фонду збільшиться на 8%, а номінальна вартість облігацій не зміниться. Економісти оцінюють в 20% шанси настання інфляції і в 15% - що наступить спаду. Ваше рішення щодо інвестицій приймається з урахуванням економічних умов наступного року.

Уявіть задачу у вигляді дерева рішень. Чи будете ви купувати акції фонду або облігації? Який прибуток при цьому очікується?

Задача 6

Видавець звернувся до відділу маркетингу, щоб з'ясувати передбачуваний попит на книгу. Дослідження відділу маркетингу показали:

Попит на книгу в найближчі три роки, кількість екз.	2000	3000	4000	5000
Ймовірність	0,1	0,5	0,2	0,2

Прибуток від продажу становить 9 ф. ст. за книгу. Якщо книга не продається, збитки становлять 4 ф. ст. за штуку. Якщо видавець не задовольняє попит, збитки за незадоволений попит складуть 1 ф. ст. (Для підтримки репутації фірми і майбутнього попиту).

Визначте, скільки має бути видано книг в розрахунку на трирічний період.

Задача 7

Фірма планує виробництво нової продукції швидкого харчування в національному масштабі. Дослідницький відділ переконаний у великому успіху нової продукції і хоче впровадити її негайно, без рекламної кампанії на ринках збуту фірми. Відділ маркетингу стан речей оцінює інакше і пропонує провести інтенсивну рекламну кампанію. Така кампанія обійдеться в 100 тис. дол., а в разі успіху принесе 950 тис. дол. річного доходу. У разі провалу рекламної кампанії (ймовірність цього становить 30%) річний дохід оцінюється лише в 200 тис. дол. Якщо рекламна кампанія не проводиться зовсім, річний дохід оцінюється в 400 тис. дол. за умови, що покупцям сподобається нова продукція (ймовірність цього дорівнює 0,8), і в 200 тис. дол. з імовірністю 0,2, якщо покупці залишаться байдужими до нової продукції.

Побудуйте відповідне дерево рішень. Як повинна вчинити фірма у зв'язку з виробництвом нової продукції?

Задача 8

Невелика хімічна фірма «Hetros Hetrosone Ltd» випускає дорогий промисловий розчинник «Hetrosone», який швидко псується. Тому запаси «Hetrosone» не можна тримати більше, ніж один місяць. Обсяги випуску продукції плануються на початку кожного місяця, і під ці плани закуповується необхідну сировину. Продажна ціна «Hetrosone» - 2400 ф. ст. за 1 т, виробничі витрати - 1500 ф. ст. за 1 т.

Аналізуючи попит за останні кілька місяців, менеджер зі збуту встановив, що попит коливається між 10 і 20 т на місяць. Для того щоб спростити аналіз попиту, він поділив його на три типи - «низький» (10 т), «середній» (15 т) і «високий» (20 т) з відповідними ймовірностями:

Попит, т	Ймовірність
10	0,3
15	0,6
20	0,1

1. Враховуючи рівні попиту, складіть «дерево» рішень, що охоплює всі можливості, що відкриваються перед компанією, а також їх наслідки.
2. Припустимо, рівні попиту не змінюються. Який обсяг виробництва ви б могли порадити, щоб максимізувати прибуток в довгостроковій перспективі?

Задача 9

Пекарня пече хліб на продаж магазинам. Собівартість однієї булки становить 30 пенсів, її продають за 40 пенсів. У таблиці наведено дані про попит за останні 50 днів:

Попит на день, тис. шт.	10	12	14	16	18
Число днів	5	10	15	15	5

Якщо булка спечена, але не продана, то збитки складуть 20 пенсів за штуку. Визначте, скільки булок потрібно випікати в день.

Задача 10

Фірма виробляє партії продукції з 0,8, 1, 1,2 і 1,4% бракованих виробів з ймовірностями 0,4, 0,3, 0,25 і 0,05 відповідно. Три споживача А, В і С уклали контракт на отримання партій виробів з відсотком неякісних виробів не вище 0,8, 1,2 і 1,4% відповідно. Фірма штрафується в сумі 1000 дол. за кожен пункт відсотка (одна десята відсотка) у випадку, якщо відсоток неякісних виробів вище зазначеного. Навпаки, поставка партій виробів з меншим відсотком бракованих виробів, ніж обумовлено в контракті, приносить фірмі прибуток в 500 дол. за кожен пункт відсотка. Передбачається, що партії виробів перед відправкою не перевіряються.

Побудуйте відповідне дерево рішень.

Задача 11

Щоденний попит на булочки в продовольчому магазині задається наступним розподілом ймовірностей.

n	100	150	200	250	300
p_n	0,20	0,25	0,30	0,15	0,10

Магазин купує булочку по 55 центів, а продає по 1,20 дол. Якщо булочка не продана в той же день, то до кінця дня вона може бути реалізована за 25 центів.

Величина запасу булочок може приймати одне з можливих значень попиту, що перераховані вище.

Побудуйте відповідне дерево рішень. Скільки булочок необхідно замовляти щодня?

Задача 12

Компанія «Brownhill Manufacturing Company» збирається виробляти новий товар, для чого потрібно буде побудувати новий завод. Після розгляду декількох варіантів були залишені три основні.

А. Побудувати завод вартістю 600 000 ф. ст. При цьому варіанті можливі: великий попит з імовірністю 0,7 і низький попит з імовірністю 0,3. Якщо попит буде великим, то очікується річний дохід в розмірі 250 000 ф. ст. протягом наступних п'яти років; якщо попит низький, то щорічні збитки через великі капіталовкладення складуть 50000 ф. ст.

Б. Побудувати маленький завод вартістю 350 000 ф. ст. Тут також можливі великий попит з імовірністю 0,7 і низький попит з імовірністю 0,3. У разі великого попиту щорічний дохід протягом п'яти років складе 150 000 ф. ст., при низькому попиті - 25000 ф. ст.

В. Відразу завод не будувати, а відкласти вирішення цього питання на один рік для збору додаткової інформації, яка може бути позитивною або негативною з ймовірностями 0,8 і 0,2 відповідно. Через рік, якщо інформація виявиться позитивною, можна побудувати великий або маленький завод за вказаними вище цінами. Керівництво компанії може вирішити взагалі ніякого заводу не будувати, якщо інформація буде негативною. Незалежно від типу заводу ймовірності великого та низького попиту змінюються на 0,9 і 0,1 відповідно, якщо буде отримана позитивна інформація. Доходи на наступні чотири роки залишаються такими ж, якими вони були у варіантах А і Б.

Всі витрати виражені в поточній вартості і не повинні дисконтуватися.

1. Намалюйте «дерево», що охоплює всі можливості, що відкриваються перед компанією.

2. Визначте найбільш ефективну послідовність дій керівництва фірми, ґрунтуючись на очікуваних доходах кожного варіанта.

Практичне заняття № 7. Імітаційне моделювання. (1 год.)

Мета: навчитись виконувати імітаційне моделювання та аналіз залежності показників моделі за допомогою засобів табличного процесора Microsoft Excel.

Програмне забезпечення: операційна система Windows, табличний процесор Microsoft Excel.

Завдання

1. Вивчити теоретичний матеріал за темою.
2. Виконати приклад практичного завдання «Імітаційне моделювання з використанням функцій табличного процесора Microsoft Excel».
3. Виконати приклад практичного завдання «Аналіз чутливості фінансових показників в середовищі пакета Microsoft Excel».
4. Виконати завдання за темою лабораторної роботи у відповідності з індивідуальним варіантом.
5. Оформити звіт по лабораторній роботі, в якому повинні бути наступні складові:
 - титульний лист;
 - роздруківки табличних документів у вигляді з даними і в формульному вигляді;
 - роздруківка діаграми;
 - роздруківка висновків за результатами вирішення завдань.

Імітаційне моделювання в середовищі пакета Microsoft Excel

Імітаційне моделювання (simulation) є одним з наймогутніших методів аналізу економічних систем.

У загальному випадку під *імітацією* розуміють процес проведення на комп'ютері експериментів з математичними моделями складних систем реального світу.

Мети проведення подібних експериментів можуть бути всілякими – від виявлення властивостей і закономірностей досліджуваної системи до рішення конкретних практичних задач. З розвитком засобів обчислювальної техніки і програмного забезпечення спектр застосування імітації в сфері економіки істотно розширився. В даний час її використовують як для рішення задач внутріфірмового керування, так і для моделювання керування на макроекономічному рівні. Розглянемо основні переваги застосування імітаційного моделювання в процесі рішення задач фінансового аналізу.

Як впливає з визначення, *імітація* – це комп'ютерний експеримент. Єдина відмінність подібного експерименту від реального полягає в тому, що він проводиться з моделлю системи, а не із самою системою.

Проведення реальних експериментів з економічними системами принаймні нерозумно, вимагає значних витрат і навряд чи здійснено на практиці. Таким чином, імітація – єдиний спосіб дослідження систем без здійснення реальних експериментів.

Часто практично нездійснений чи вимагає значних витрат збір

необхідної інформації для прийняття рішень. Наприклад, при оцінці ризику інвестиційних проектів, як правило, використовують прогнозні дані про обсяги продажів, витратах, цінах і т.д.

Однак щоб адекватно оцінити ризик, необхідно мати достатню кількість інформації для формулювання правдоподібних гіпотез про ймовірні розподіли ключових параметрів проекту. У подібних випадках відсутні дані замінюються величинами, отриманими в процесі імітаційного експерименту.

При рішенні багатьох задач фінансового аналізу використовуються моделі, що містять випадкові величини, проведення яких не піддається керуванню з боку облич, що приймають рішення. Такі моделі називають стохастичними. Застосування імітації дозволяє зробити висновки про можливі результати, засновані на ймовірнісних розподілах випадкових факторів (величин). Стохастичну імітацію часто називають методом Монте-Карло.

Таким чином, застосування імітації особливо ефективно в тих випадках, коли досліджувані процеси занадто складні, мають випадкову (стохастичну) природу або не можуть бути вивчені в реальних умовах. Найбільш прості імітаційні моделі часто використовуються для генерації вихідних даних, що володіють деякими передбачуваними властивостями.

Імітаційне моделювання являє собою серію чисельних розрахунків, покликаних установити емпіричним шляхом ступінь впливу деяких вихідних даних або факторів на досліджувані результуючі (вихідні) показники.

У загальному випадку проведення імітаційного експерименту можна розбити на наступні етапи:

1. Установити взаємозв'язок між вхідними і вихідними показниками у виді математичного рівняння.
2. Задати закони розподілу імовірностей для ключових параметрів моделі.
3. Провести комп'ютерну імітацію значень ключових параметрів моделі.
4. Розрахувати основні характеристики розподілів вхідних і вихідних показників.
5. Провести аналіз отриманих результатів і прийняти рішення.

Для реалізації імітаційного експерименту необхідний комп'ютер, оснащений спеціальним програмним забезпеченням. Зручними доступним інструментом для проведення імітації при рішенні задач у фінансовій сфері є табличний процесор Microsoft Excel.

Імітаційне моделювання з використанням функцій табличного процесора Microsoft Excel

Проведення імітаційних експериментів у середовищі пакета Microsoft Excel можна здійснити двома способами - за допомогою вбудованих функцій СЛЧИС (), СЛУЧМЕЖДУ () і шляхом використання інструменту *Генератор случайных чисел* доповнення *Анализ данных*.

Застосування вбудованих функцій доцільно лише в тому випадку, коли ймовірності реалізації всіх значень випадкової величини вважаються однаковими, тобто, обмежено випадком рівноімовірного розподілу досліджуваних показників.

Тоді для імітації значень необхідної змінної можна скористатися математичною функцією СЛЧИС().

Функція СЛЧИС()

Функція СЛЧИС() повертає рівномірно розподілене випадкове число E , більше або рівне 0 і менше 1, тобто: $0 \leq E < 1$.

Структура функції:

$$= \text{СЛЧИС}()$$

Шляхом нескладних перетворень за допомогою цієї функції можна отримати будь-яке дійсне число. Наприклад, щоб отримати випадкове число між a і b , досить задати у будь-якої чарунці електронної таблиці наступну формулу:

$$= a + (b - a) * \text{СЛЧИС}()$$

Ця функція не має аргументів. Якщо в електронній таблиці встановлений режим автоматичних обчислень, прийнятий за умовчанням, то результат, який повертається функцією, буде змінюватися всякий раз, коли відбувається введення або коригування даних. У режимі ручних обчислень перерахунок всієї електронної таблиці здійснюється тільки після натискання клавіші **F9**.

Функцію зручно використовувати в деяких випадках для генерації значень ймовірності подій, а також дійсних чисел.

Функція НОРМОБР

Нормальний розподіл моделюється з використанням функції НОРМОБР(), яка дозволяє отримати нормальний розподіл даних за значеннями їх ймовірностей до заданого середнього значення і стандартного відхилення.

Функція НОРМОБР() повертає зворотний нормальний розподіл для вказаного середнього та стандартного відхилення.

Структура функції:

$$= \text{НОРМОБР}(\text{вероятност}; \text{среднее}; \text{стандартное_откл}),$$

де *вероятност* - це ймовірність, що відповідає нормальному розподілу, число в діапазоні від 0 до 1 включно;

среднее - це середнє арифметичне розподілу;

стандартное_откл - це стандартне відхилення розподілу, позитивне число.

У імітаційній моделі на основі вхідних даних за допомогою формул виконується розрахунок фінансових вихідних показників, які теж мають імовірнісний характер.

Приклад виконання практичного завдання «Імітаційне моделювання з використанням функцій табличного процесора Microsoft Excel»

Підприємець збирається відкрити підприємство, яке буде займатися виробництвом і продажем принтерів. Використовуючи вбудовані функції табличного процесора Microsoft Excel, побудувати імітаційну модель майбутнього підприємства. Знайти прибуток підприємства від виробництва та продажу принтерів, якщо відомо:

Ціна 1 принтера	249
Діапазон витрат праці на 1 принтер	33-37
Діапазон витрат на комплектуючі для 1 принтера	80-100
Діапазон витрат на рекламу	500000-1000000
Середнє значення кількості проданих принтерів	15000
Стандартне відхилення кількості проданих принтерів	3000


Технологія проведення імітаційного моделювання

1. Завантажити табличний процесор Microsoft Excel.
2. На Листі 1 ввести вхідні дані і підготувати таблицю для імітаційної моделі (рисунок 1.1).

Імітаційна модель виробництва та продажу принтерів								
Вихідні дані								
3	Ціна 1 принтера		249					
4	Діапазон витрат праці на 1 принтер		33-37		Середнє значення кількості проданих принтерів		15000	
5	Діапазон витрат на комплектуючі для 1 принтера		80-100		Стандартне відхилення кількості проданих принтерів		3000	
6	Діапазон витрат на рекламу		500000-1000000					
7								
8	№ спостереження	Витрати праці на 1 принтер	Витрати на комплектуючі для 1 принтера	Витрати на рекламу	Кількість проданих принтерів	Загальний дохід	Загальні витрати	Прибуток
9	1							
10	2							
11	3							
12	4							
13	5							
14	6							
15	7							
16	8							
17	9							
18	10							

Рисунок 1.1 – Підготовка таблиці для імітації

3. Ввести формули для розрахунку, використовуючи вбудовані функції СЛЧИС() і НОРМОБР()

Функції вставляються за допомогою майстра функцій (виклик майстра функцій: команда Вставка – Функція або кнопка  Вставка функции в рядку формул процесора Microsoft Excel). Формули для першого спостереження дивись на рисунку 1.2.

Імітаційна модель виробництва та продажу принтерів							
Вихід							
Ціна 1 принтера			249				
Діапазон витрат праці на 1 принтер			33-37	Середнє значення кількості проданих принтерів		15000	
Діапазон витрат на комплектуючі для 1 принтера			80-100	Стандартне відхилення кількості проданих принтерів		3000	
Діапазон витрат на рекламу			500000-1000000				
№ спостереження	Витрати праці на 1 принтер	Витрати на комплектуючі для 1 принтера	Витрати на рекламу	Кількість проданих принтерів	Загальний дохід	Загальні витрати	Прибуток
1	=33+4*СЛЧИС()	=80+20*СЛЧИС()	=500000+500000*СЛЧИС()	=НОРМОБП(СЛЧИС();\$H\$4;\$H\$5)	=D\$3*E9	=(B9+C9)*E9+D9	=F9-G9
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Рисунок 1.2 – Введення формул для першого спостереження

4. Виконати копіювання формул для наступних спостережень (таких спостережень може бути 100, 500, 1000, 2000 і т.д.). Копіювання формул виконується за допомогою автозаповнення:

— виділити чарунку з результатом (пам'ять цієї чарунки повинна містити формулу);

— підвести покажчик в правий нижній кут цієї чарунки, щоб він прийняв вид + і при натиснутій лівій кнопці миші протягнути до кінця блоку, в який копіюються формули.

Формульний вид отриманого документа зображений на рисунку 1.3, а на рисунку 1.4 вид того ж документа з отриманими даними.

Результати імітаційного експерименту можуть бути доповнені статистичним аналізом, а також використовуватися для побудови прогнозних моделей і сценаріїв. Проведення статистичного аналізу отриманих результатів особливо ефективно із застосуванням інструментів аналізу *Описательная статистика, Корреляция, Ковариация, Дисперсионный анализ.*

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Імітаційна модель виробництва та продажу принтерів							
2	Вихідні дані							
3	Ціна 1 принтера			249				
4	Діапазон витрат праці на 1 принтер			33-37	Середнє значення кількості проданих принтерів			15000
5	Діапазон витрат на комплектуючі для 1 принтера			80-100	Стандартне відхилення кількості проданих принтерів			3000
6	Діапазон витрат на рекламу			500000-1000000				
7								
8	№ спостереження	Витрати праці на 1 принтер	Витрати на комплектуючі для 1 принтера	Витрати на рекламу	Кількість проданих принтерів	Загальний дохід	Загальні витрати	Прибуток
9	1	=33+4*СЛЧИС()	=80+20*СЛЧИС()	=500000+500000*СЛЧИС()	=НОРМОБР(СЛЧИС());\$H\$4;\$H\$5)	=\$D\$3*E9	=(B9+C9)*E9+D9	=F9-G9
10	2	=33+4*СЛЧИС()	=80+20*СЛЧИС()	=500000+500000*СЛЧИС()	=НОРМОБР(СЛЧИС());\$H\$4;\$H\$5)	=\$D\$3*E10	=(B10+C10)*E10+D10	=F10-G10
11	3	=33+4*СЛЧИС()	=80+20*СЛЧИС()	=500000+500000*СЛЧИС()	=НОРМОБР(СЛЧИС());\$H\$4;\$H\$5)	=\$D\$3*E11	=(B11+C11)*E11+D11	=F11-G11
12	4	=33+4*СЛЧИС()	=80+20*СЛЧИС()	=500000+500000*СЛЧИС()	=НОРМОБР(СЛЧИС());\$H\$4;\$H\$5)	=\$D\$3*E12	=(B12+C12)*E12+D12	=F12-G12
13	5	=33+4*СЛЧИС()	=80+20*СЛЧИС()	=500000+500000*СЛЧИС()	=НОРМОБР(СЛЧИС());\$H\$4;\$H\$5)	=\$D\$3*E13	=(B13+C13)*E13+D13	=F13-G13
14	6	=33+4*СЛЧИС()	=80+20*СЛЧИС()	=500000+500000*СЛЧИС()	=НОРМОБР(СЛЧИС());\$H\$4;\$H\$5)	=\$D\$3*E14	=(B14+C14)*E14+D14	=F14-G14
15	7	=33+4*СЛЧИС()	=80+20*СЛЧИС()	=500000+500000*СЛЧИС()	=НОРМОБР(СЛЧИС());\$H\$4;\$H\$5)	=\$D\$3*E15	=(B15+C15)*E15+D15	=F15-G15
16	8	=33+4*СЛЧИС()	=80+20*СЛЧИС()	=500000+500000*СЛЧИС()	=НОРМОБР(СЛЧИС());\$H\$4;\$H\$5)	=\$D\$3*E16	=(B16+C16)*E16+D16	=F16-G16
17	9	=33+4*СЛЧИС()	=80+20*СЛЧИС()	=500000+500000*СЛЧИС()	=НОРМОБР(СЛЧИС());\$H\$4;\$H\$5)	=\$D\$3*E17	=(B17+C17)*E17+D17	=F17-G17
18	10	=33+4*СЛЧИС()	=80+20*СЛЧИС()	=500000+500000*СЛЧИС()	=НОРМОБР(СЛЧИС());\$H\$4;\$H\$5)	=\$D\$3*E18	=(B18+C18)*E18+D18	=F18-G18

Рисунок 1.3 – Формульний вид таблиці

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Імітаційна модель виробництва та продажу принтерів							
2	Вихідні дані							
3	Ціна 1 принтера			249				
4	Діапазон витрат праці на 1 принтер			33-37	Середнє значення кількості проданих принтерів			15000
5	Діапазон витрат на комплектуючі для 1 принтера			80-100	Стандартне відхилення кількості проданих принтерів			3000
6	Діапазон витрат на рекламу			500000-1000000				
7								
8	№ спостереження	Витрати праці на 1 принтер	Витрати на комплектуючі для 1 принтера	Витрати на рекламу	Кількість проданих принтерів	Загальний дохід	Загальні витрати	Прибуток
9	1	36,21	84,96	749321,55	17579	4377175,22	2879407,11	1497768,11
10	2	35,26	88,28	670813,03	21199	5278524,55	3289761,43	1988763,12
11	3	34,89	96,66	729599,05	11358	2828086,81	2223649,59	604437,22
12	4	35,26	80,89	681737,85	14195	3534562,77	2330500,91	1204061,86
13	5	33,78	87,89	671951,88	16319	4063362,40	2657541,20	1405821,21
14	6	35,45	82,56	717631,34	20604	5130412,26	3149205,63	1981206,63
15	7	36,06	85,86	821924,55	18842	4691597,98	3119186,41	1572411,58
16	8	33,73	92,08	872292,45	16451	4096213,79	2942068,04	1154145,75
17	9	34,52	97,94	523923,67	13620	3391357,79	2328008,87	1063348,91
18	10	36,41	95,11	856164,03	15527	3866136,53	2898256,13	967880,40

Рисунок 1.4 – Вид таблиці з даними

Аналіз чутливості фінансових показників в середовищі пакета Microsoft Excel

Аналіз чутливості показників широко використовується в практиці фінансового менеджменту. У загальному випадку він зводиться до дослідження залежності деякого результуючого показника від варіації значень показників, що використовуються у його визначенні. Іншими словами, цей метод дозволяє одержати відповіді на питання виду: що буде з результуючою величиною, якщо зміниться значення деякої вхідної величини?

Проведення подібного аналізу припускає виконання наступних етапів.

1. Задається взаємозв'язок між вхідними і результуючими показниками у виді математичного рівняння або нерівності.
2. Визначаються найбільш ймовірні значення для вхідних показників і можливі діапазони їхніх змін.
3. Шляхом зміни значень вхідних показників досліджується їхній вплив на кінцевий результат.

Звичайна процедура аналізу чутливості припускає зміну одного вхідного показника, у той час як значення інших вважаються постійними величинами.

Табличний процесор Microsoft Excel надає користувачу широкі можливості по моделюванню подібних розрахунків. Для цього в ньому реалізовано спеціальний засіб Таблиця підстановки.

Застосування таблиць підстановки дозволяє швидко розрахувати, переглянути і порівняти вплив на результат будь-якої кількості варіацій одного показника.

Приклад виконання практичного завдання «Аналіз чутливості фінансових
показників в середовищі пакета Microsoft Excel»

Відомо, що підприємство займається виробництвом і продажем принтерів при наступних умовах:

Витрати праці на 1 принтер	35
Витрати на комплектуючі для 1 принтера	100
Витрати на рекламу	1000000
Кількість проданих принтерів	15000
Ціна принтера	249

Завдання:

- 1) Знайти загальний дохід і загальні витрати, а потім прибуток від продажу принтерів.
- 2) Варіюючи значення кількості проданих принтерів від 10000 до 20000 штук з кроком 2000 і, використовуючи таблицю підстановки, отримати значення прибутку.
- 3) На окремому аркуші створити точкову діаграму аналізу чутливості прибутку до кількості проданих принтерів.

Технологія використання інструменту «Таблиця підстановки»

1. Завантажити табличний процесор Microsoft Excel.
2. На Листі 1 ввести вхідні дані і розрахувати загальний дохід і загальні витрати (рисунок 1.5).

	A	B	C	D	E
1	Аналіз чутливості прибутку				
2					
3	Вихідні дані			Розрахунок	
4	Витрати праці на 1 принтер	35		Загальний дохід	=B8*B7
5	Витрати на комплектуючі для 1 принтера	100		Загальні витрати	=(B4+B5)*B7+B6
6	Витрати на рекламу	1000000			
7	Кількість проданих принтерів	15000			
8	Ціна 1 принтера	249			
9					

Рисунок 1.5 – Введення вхідних даних і розрахунок показників

3. Підготувати дані для таблиці підстановки (дивися рисунок 1.6).

Зверніть увагу на наступне:

— чарунки, які містять варійовані значення та результати обчислень, повинні займати сусідні колонки або рядки. У нашому прикладі варійовані значення знаходяться в діапазоні D9:D14, а результати обчислень повинні будуть з'явитися в діапазоні чарунок E9:E14.

— в першій чарунці стовпчика або рядка, що будуть містити результати обчислень, обов'язково повинна бути задана формула, яка зв'язує показники! Формула повинна прямо або опосередковано посилатися на одну й ту ж саму вхідну чарунку. У нашому прикладі формула знаходиться в чарунці E8 і побічно посилається на одну й ту ж саму чарунку B7 (кількість проданих принтерів).

	A	B	C	D	E
1	Аналіз чутливості прибутку				
2					
3	Вихідні дані			Розрахунок	
4	Витрати праці на 1принтер	35		Загальний дохід	=B8*B7
5	Витрати на комплектуючі для 1 принтера	100		Загальні витрати	=(B4+B5)*B7+B6
6	Витрати на рекламу	1000000			
7	Кількість проданих принтерів	15000			Прибуток
8	Ціна 1 принтера	249		Кількість проданих принтерів (значення, що буде варіюватися)	=E4-E5
9				10000	
10				12000	
11				14000	
12				16000	
13				18000	
14				20000	
15					

Рисунок 1.6 – Підготовка даних для використання таблиці підстановки

4. Виконати розрахунок прибутку за допомогою таблиці підстановки:

- 1) Виділити діапазон чарунок D8: E14
- 2) Виконати команду Данные – Анализ «что если» - Таблица данных
- 3) У вікні діалогу «Таблица данных» вибрати поле, як показано на рисунку 1.7, і вказати адресу чарунки B7, в яку Excel буде підставляти значення варіюемого показника.

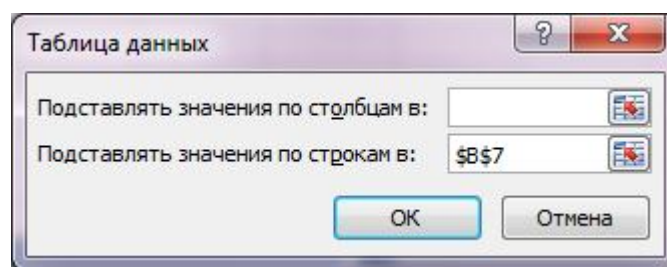


Рисунок 1.7 – Вікно діалогу інструменту «Таблица данных»

- 4) Натиснути командну кнопку **OK**. В результаті будуть отримані наступні результати (дивися рисунок 1.8, формульний вигляд цього документа - рисунок 1.9).

	A	B	C	D	E
2					
3	Вихідні дані			Розрахунок	
4	Витрати праці на 1принтер	35		Загальний дохід	3735000
5	Витрати на комплектуючі для 1 принтера	100		Загальні витрати	3025000
6	Витрати на рекламу	1000000			
7	Кількість проданих принтерів	15000			Прибуток
8	Ціна 1 принтера	249		Кількість проданих принтерів (значення, що буде варіюватися)	710000
9				10000	140000
10				12000	368000
11				14000	596000
12				16000	824000
13				18000	1052000
14				20000	1280000

Рисунок 1.8 – Таблиця з підсумковими даними

	A	B	C	D	E
1	Аналіз чутливості прибутку				
2					
3	Вихідні дані			Розрахунок	
4	Витрати праці на 1принтер	35		Загальний дохід	=B8*B7
5	Витрати на комплектуючі для 1 принтера	100		Загальні витрати	=(B4+B5)*B7+B6
6	Витрати на рекламу	1000000			
7	Кількість проданих принтерів	15000			Прибуток
8	Ціна 1 принтера	249		Кількість проданих принтерів (значення, що буде варіюватися)	=E4-E5
9				10000	=ТАБЛИЦА(;B7)
10				12000	=ТАБЛИЦА(;B7)
11				14000	=ТАБЛИЦА(;B7)
12				16000	=ТАБЛИЦА(;B7)
13				18000	=ТАБЛИЦА(;B7)
14				20000	=ТАБЛИЦА(;B7)

Рисунок 1.9 – Формульний вид таблиці

5) На окремому листі створити точкову діаграму аналізу чутливості прибутку до кількості проданих принтерів (дивися рисунок 1.10).

Аналіз чутливості прибутку до кількості проданих принтерів

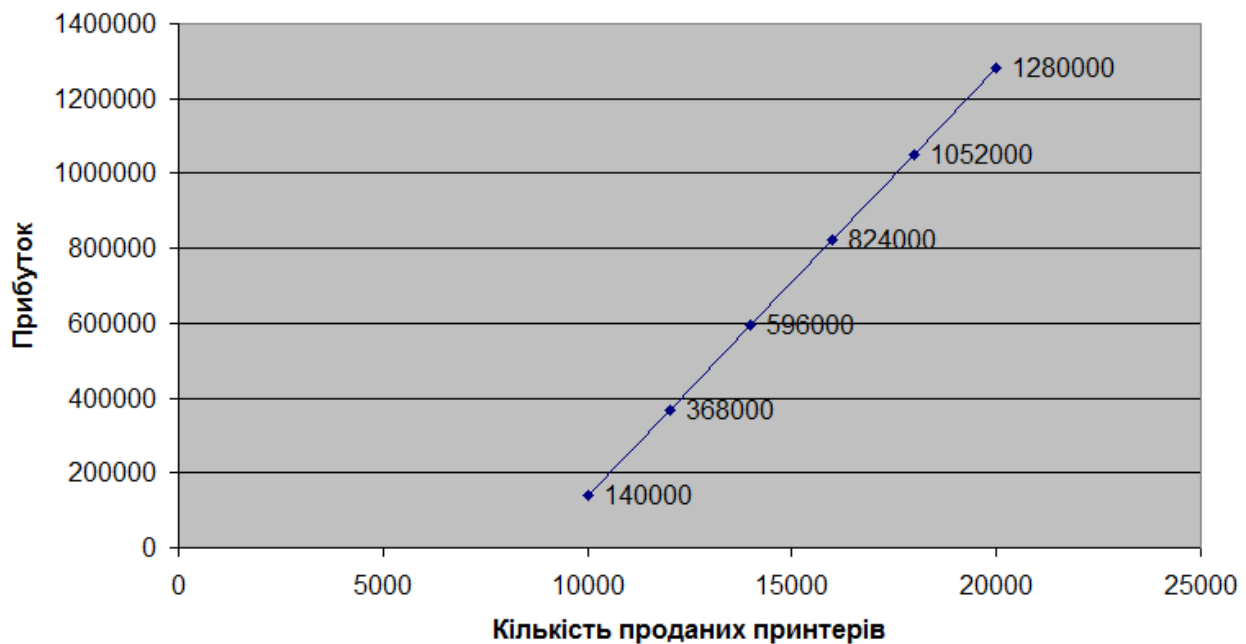


Рисунок 1.10 – Графік залежності прибутку від кількості проданих принтерів

б) Використовуючи аналіз чутливості економічних показників за допомогою таблиці даних, дослідник може знайти граничні точки, в яких значення результуючого показника (у нашому випадку прибуток) дорівнює 0 і нижче яких підприємство буде зазнавати збитків.

Метод аналізу чутливості є хорошою ілюстрацією впливу окремих вхідних показників на результат. Він також показує напрямки подальших досліджень. Якщо встановлена сильна чутливість результуючого показника до змін деякого вхідного, останньому слід приділити особливу увагу.

Контрольні питання

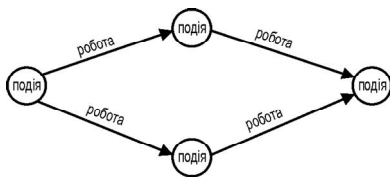
1. Дайте поняття терміну «імітаційне моделювання»?
2. З яких етапів складається імітаційний експеримент?
3. Розкажіть про функцію СЛЧИС(): до якої категорії відноситься; призначення функції; структура функції.
4. Розкажіть про функцію НОРМОБР(): до якої категорії відноситься; призначення функції; структура функції.
5. З яких етапів складається аналіз чутливості показників?
6. Опишіть технологію використання інструменту «Таблиця даних».

Практичне заняття №8. Сітьове моделювання. (1 год.)

Мета заняття: ознайомлення з основами сітьового моделювання, поняттям мережевого графіка та розрахунку його основних часових параметрів.

Стисла теоретична довідка

Сітьова модель — це модель комплексу операцій, поданих у вигляді графу (мережі). Основні елементи мережевої моделі — *роботи* і *події* (рисунок 8.1).



Робота (дійсна робота) — це елемент мережевої моделі, який позначає виробничий процес і вимагає витрат часу t і ресурсів R , тобто $t \neq 0$ і $R \neq 0$. У мережевій моделі також розрізняють ще два види робіт — *очікування* і *фіктивні роботи*.

Рисунок 8.1 —
Графічне зображення
мережевої моделі

Очікування — це робота, що вимагає витрат часу, але не вимагає витрат ресурсів, тобто $t \neq 0$ і $R = 0$. Під очікуванням в мережевій моделі розуміють технологічні або організаційні перерви між дійсними роботами (наприклад, очікування навантаження-розвантаження, тимчасове зберігання вантажів і т.ін.).

Фіктивна робота (залежність) не вимагає затрат часу і ресурсів, тобто $t = 0$ і $R = 0$. У мережевому графіку залежність позначає те, що виконання наступних робіт можливе тільки за умови виконання попередніх робіт. Фіктивна робота може виражати ресурсну або технологічну залежність між іншими роботами.

Подія — це факт отримання остаточних результатів всіх попередніх їй робіт, які дають можливість розпочати виконання наступних робіт. Подія не має тривалості у часі. Вона характеризується тільки моментом свого відбування.

На мережевому графіку події зображають кружечком, дійсні роботи і очікування — суцільними стрілками, залежності або фіктивні роботи — пунктирними стрілками.

В мережевій моделі розрізняють *початкові* та *кінцеві* події. Подія, з котрої виходить робота, називається початковою або попередньою по відношенню до даної роботи. Подія, в яку входить робота, називається кінцевою або наступною.

Кожний мережевий графік має дві обов'язкові події — *вихідну* (подію, до якої не входить жодна з робіт) та *завершальну* (подію, з якої не виходить жодна з робіт).

Шлях мережевої моделі — це безперервна технологічна послідовність робіт на мережевому графіку від деякої попередньої події до наступної. Якщо

Мета заняття: ознайомлення з основами сітьового моделювання, поняттям мережевого графіка та розрахунку його основних часових параметрів.

Стисла теоретична довідка

Сітьова модель — це модель комплексу операцій, поданих у вигляді графу (мережі). Основні елементи мережевої моделі — *роботи* і *події* (рисунок 8.1).

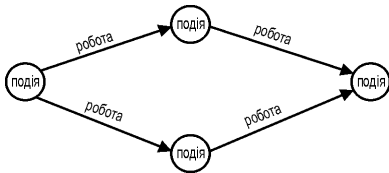


Рисунок 8.1 —
Графічне зображення
мережевої моделі

Робота (дійсна робота) — це елемент мережевої моделі, який позначає виробничий процес і вимагає витрат часу t і ресурсів R , тобто $t \neq 0$ і $R \neq 0$. У мережевій моделі також розрізняють ще два види робіт — *очікування* і *фіктивні роботи*.

Очікування — це робота, що вимагає витрат часу, але не вимагає витрат ресурсів, тобто $t \neq 0$ і $R = 0$. Під очікуванням в мережевій моделі розуміють технологічні або організаційні перерви

між дійсними роботами (наприклад, очікування навантаження-розвантаження, тимчасове зберігання вантажів і т.ін.).

Фіктивна робота (залежність) не вимагає затрат часу і ресурсів, тобто $t = 0$ і $R = 0$. У мережевому графіку залежність позначає те, що виконання наступних робіт можливе тільки за умови виконання попередніх робіт. Фіктивна робота може виражати ресурсну або технологічну залежність між іншими роботами.

Подія — це факт отримання остаточних результатів всіх попередніх її робіт, які дають можливість розпочати виконання наступних робіт. Подія не має тривалості у часі. Вона характеризується тільки моментом свого відбування.

На мережевому графіку події зображають кружечком, дійсні роботи і очікування — суцільними стрілками, залежності або фіктивні роботи — пунктирними стрілками.

В мережевій моделі розрізняють *початкові* та *кінцеві* події. Подія, з котрої виходить робота, називається початковою або попередньою по відношенню до даної роботи. Подія, в яку входить робота, називається кінцевою або наступною.

Кожний мережевий графік має дві обов'язкові події — *вихідну* (подію, до якої не входить жодна з робіт) та *завершальну* (подію, з якої не виходить жодна з робіт).

Шлях мережевої моделі — це безперервна технологічна послідовність робіт на мережевому графіку від деякої попередньої події до наступної. Якщо початковою подією шляху є вихідна подія графіка, а кінцевою подією — завершальна подія графіка, то такий шлях називається *повним*. Довжина

шляху визначається тривалістю робіт, з яких він складається. Повний шлях максимальної тривалості називають *критичним*. Він визначає термін виконання всього комплексу робіт.

Події мережевого графіка нумеруються так, щоб для кожної роботи порядковий номер її кінцевої події j був більшим, ніж номер її початкової події i ($i < j$). Кожна робота кодується двома цифрами. Перша цифра означає початок роботи і відповідає номеру її початкової події, друга означає закінчення роботи і відповідає номеру її кінцевої події.

При побудові мережевого графіка у кружках вказуються номери подій, стрілки показують роботи, а цифри над стрілками показують тривалість робіт.

Загальноприйнятим є, що мережа викреслюється зліва направо, а кожна подія з більшим порядковим номером зображується дещо праворуч від події з меншим порядковим номером. Стрілки, які зображують роботи, можуть мати довільну довжину і нахил, але необхідно прагнути до того, щоб їх загальний напрямок був також зліва направо. На мережевих графіках не рекомендується взаємний перетин стрілок. Щоб уникнути цього, допускається зміщення подій або зображення стрілок у вигляді ламаних ліній.

Основні правила побудови мережевого графіка:

- 1) до кожної події повинно входити і виходити з неї не менше однієї роботи (це правило не стосується вихідної та завершальної подій);
- 2) роботи мережевого графіка не повинні утворювати замкнених контурів;
- 3) якщо на графіку необхідно показати, що дві роботи можуть виконуватись паралельно у часі, до графіку вводять допоміжну роботу та фіктивну подію (рисунок 8.2).

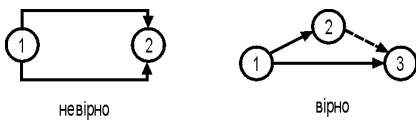


Рисунок 8.2 — Графічне зображення паралельних робіт

Розрахунок мережевого графіка зводиться до визначення таких даних: очікуваних термінів виконання комплексу робіт у відповідності з мережевим графіком; складу критичної зони (критичних і підкритичних шляхів), тобто визначення тих робіт, які мають мінімальні резерви часу; термінів їх початку і закінчення; ранніх і пізніх термінів початку і закінчення

інших робіт мережевого графіка з визначенням у них резервів (запасів) часу.

Ранній термін відбування події — термін, раніше якого подія відбутися не може, розраховується за формулою

$$T_p(j) = \max [T_p(i) + t_{i-j}]. \quad (8.1)$$

де $T_p(i)$ — ранній термін відбування попередньої події;

t_{i-j} — тривалість роботи (i, j) .

Пізній термін відбування події — термін, до якого подія обов'язково відбудеться за умови не збільшення часу на виконання всього комплексу робіт, розраховується за формулою

$$T_{\Pi}(i) = \min [T_{\Pi}(j) - t_{i-j}]. \quad (8.2)$$

де $T_{\Pi}(j)$ — пізній термін відбування наступної події.

Резерв часу події — максимально допустимий період часу, на який можна затримати відбування події, не викликаючи при цьому збільшення критичного шляху, розраховується за формулою

$$R(i) = T_{\Pi}(i) - T_{\rho}(i). \quad (8.3)$$

Ранній термін початку роботи — термін, раніше якого виконання роботи не розпочнеться, розраховується за формулою

$$t_{ij}^{\text{рп}} = T_{\rho}(i). \quad (8.4)$$

Пізній термін початку роботи — термін, до якого роботу необхідно розпочати без збільшення тривалості всього комплексу робіт, розраховується за формулою

$$t_{ij}^{\text{пп}} = T_{\Pi}(j) - t_{i-j}. \quad (8.5)$$

Ранній термін закінчення роботи — термін, раніше якого виконання роботи не завершиться, розраховується за формулою

$$t_{ij}^{\text{рз}} = T_{\rho}(i) + t_{i-j}. \quad (8.6)$$

Пізній термін закінчення роботи — термін, закінчення роботи після якого призведе до збільшення тривалості виконання всього комплексу робіт, розраховується за формулою

$$t_{ij}^{\text{пз}} = T_{\Pi}(j). \quad (8.7)$$

Повний резерв часу роботи — час, на який можна перенести початок виконання роботи, або збільшити її тривалість без збільшення загального терміну виконання всього комплексу робіт (довжини критичного шляху), розраховується за однією з формул

$$R_{i-j} = \begin{cases} t_{i-j}^{\text{пн}} - t_{i-j}^{\text{рп}}; \\ t_{i-j}^{\text{пз}} - t_{i-j}^{\text{рз}}; \\ T_{\text{п}}(j) - T_{\text{п}}(i) - t_{i-j}. \end{cases} \quad (8.8)$$

Повний резерв часу роботи може бути використаний частково чи повністю для неї чи для будь-якої з робіт, що лежать на її максимальному шляху, що не належить іншим шляхам більшої довжини.

Вільний резерв часу роботи — час, на який можна перенести початок виконання роботи, або збільшити її тривалість, не порушуючи ранніх термінів відбування всіх подій мережевого графіка та не зменшуючи повних та вільних резервів часу всіх його робіт, розраховується за формулою

$$\bar{R}_{i-j} = T_{\text{п}}(j) - T_{\text{п}}(i) - t_{i-j}. \quad (8.9)$$

Вільний резерв часу роботи може бути використаний частково чи повністю для неї чи для будь-якої з робіт, що знаходяться на ділянці її максимального шляху, розташованому між кінцевою подією даної роботи та найближчою передуючою подією, з якої виходять інші шляхи, що не належать даній роботі за умови, що така подія відбулася у свій ранній термін.

Частинний резерв часу роботи — час, на який можна перенести початок виконання роботи, або збільшити її тривалість, не зменшуючи резервів часу попередніх робіт, розраховується за формулою

$$r_{i-j} = T_{\text{п}}(j) - T_{\text{п}}(i) - t_{i-j}. \quad (8.10)$$

Частинний резерв часу роботи є часткою її повного резерву, яку можна використати повністю чи частково для неї чи для інших наступних за нею робіт, розташованих на ділянці її шляху, обмеженій найближчою наступною подією, в якому вона перетинається з іншим шляхом більшої довжини.

Незалежний резерв часу роботи — час, на який можна затримати або відкласти початок виконання роботи, не збільшуючи не тільки загальний термін виконання комплексу робіт, але й не затримуючи жодну з інших робіт мережевого графіка, розраховується за формулою

$$R_{i-j}^H = T_p(j) - T_{\Pi}(i) - t_{i-j}. \quad (8.11)$$

На відміну від попередніх резервів часу, незалежний резерв часу роботи можна використати тільки для роботи, що його має, та не можна використати ані для жодної з попередніх, ані для жодної з наступних за нею робіт. Значення незалежного резерву часу деякої роботи може бути як додатним, так і від'ємним. У останньому випадку він показує, скільки часу не буде достатньо, щоб виконати роботу до моменту раннього відбування її кінцевої події, за умови, якщо робота розпочнеться з моменту пізнього відбування її початкової події.

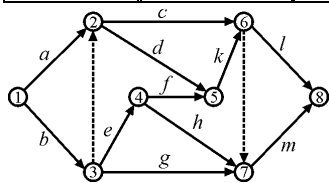
Зміст практичного заняття та вихідні дані до його виконання

Для заданого мережевого графіка знайти критичний шлях, розрахувати ранні і пізні терміни відбування подій, резерви часу всіх подій і робіт, терміни раннього та пізнього початку і закінчення робіт. Для розрахованого мережевого графіка побудувати також лінійний графік виконання робіт. Вихідні дані до виконання практичного заняття наведені у таблиці 8.1 та на рисунку 8.3.

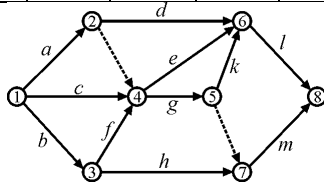
Таблиця 8.1 — Вихідні дані до виконання практичного заняття 8

Вар.	Схема	Тривалість виконання робіт, год.										
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>m</i>
1	<i>a</i>	8	10	8	4	15	15	14	12	10	7	13
2	<i>б</i>	3	9	15	5	10	11	3	10	4	15	11
3	<i>в</i>	11	15	7	4	3	12	3	14	14	9	3
4	<i>г</i>	9	12	14	6	5	8	9	14	15	9	15
5	<i>a</i>	10	8	13	5	4	12	11	10	3	12	13
6	<i>б</i>	13	5	8	15	7	14	11	8	4	9	5
7	<i>в</i>	14	14	12	8	14	13	3	11	6	13	10
8	<i>г</i>	4	15	12	6	9	4	7	4	13	13	7
9	<i>a</i>	8	9	9	12	12	14	7	9	10	10	6
10	<i>б</i>	15	12	13	8	3	7	11	11	8	4	4
11	<i>в</i>	8	6	6	10	4	13	7	8	12	7	11

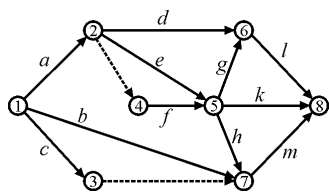
12	z	7	9	9	7	4	9	15	5	3	13	6
13	a	14	5	10	7	4	6	5	8	15	7	15
14	\bar{b}	12	9	4	7	4	14	14	8	13	3	11
15	\bar{v}	9	5	11	5	14	14	12	3	6	4	13
16	z	15	9	4	14	4	10	14	5	12	5	10
17	a	11	10	3	10	10	5	5	5	7	5	14
18	\bar{b}	9	13	11	14	9	8	9	13	6	15	15
19	\bar{v}	9	6	3	14	14	4	5	11	10	6	15
20	z	13	6	6	5	5	11	9	11	3	13	14
21	a	14	14	6	10	3	10	4	3	3	14	12
22	\bar{b}	3	5	6	9	7	14	3	15	12	4	8
23	\bar{v}	7	12	9	5	6	12	9	13	13	12	11
24	z	6	13	15	8	3	8	12	7	10	4	5
25	a	4	10	13	6	15	7	4	8	6	8	7
26	\bar{b}	5	3	14	3	9	12	6	3	8	8	5
27	\bar{v}	7	5	9	9	10	7	6	10	13	3	8
28	z	6	3	8	9	6	10	4	11	10	8	5
29	a	7	9	8	8	5	2	10	10	15	7	10
30	\bar{b}	15	3	5	7	8	3	10	9	6	10	2



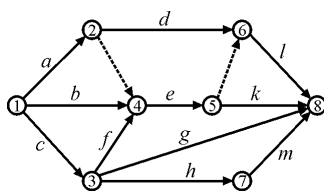
a)



b)



v)



z)

Рисунок 8.3 — Варіанти схем мережевого графіка

Приклад виконання завдання

Розглянемо приклад виконання завдання для мережевого графіка, наведеного на рисунку 8.4.

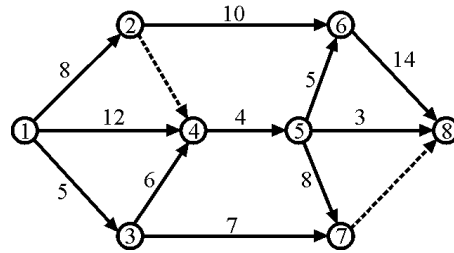


Рисунок 8.4 — Варіант мережевого графіка (приклад)

Розв'язок.

Для зручності розрахунків кожний кружечок, що позначає подію на мережевому графіку, розділимо на чотири сектори (рисунок 8.5).

У верхньому секторі будемо записувати номер події. У правому секторі — термін пізнього відбування події. У лівому секторі — термін раннього відбування події. У нижньому секторі — резерв часу події.

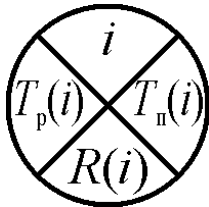


Рисунок 8.5 —
Позначення
секторів подій

Тривалість фіктивних робіт 2–4 та 7–8 покладемо рівними нулю.

Розрахунок мережевого графіка починаємо з визначення термінів раннього відбування подій (ліві сектори кружків). Термін раннього відбування вихідної події 1 приймаємо рівним нулю (рисунок 8.6).

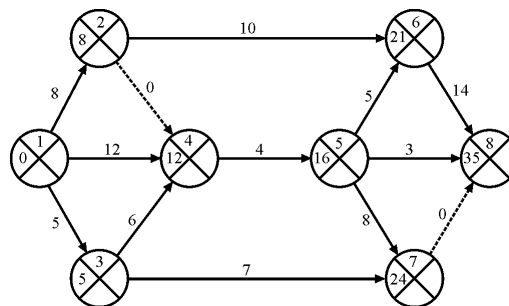


Рисунок 8.6 — Розрахунок ранніх термінів відбування подій

Термін раннього відбування подій 2 та 3 (до них входить тільки по одній роботі) розраховується як

$$\begin{aligned} T_p(2) &= T_p(1) + t_{1-2} = 0 + 8 = 8; \\ T_p(3) &= T_p(1) + t_{1-3} = 0 + 5 = 5. \end{aligned}$$

Термін раннього відбування події 4 (до неї входять три роботи 2–4, 1–4 та 3–4) розраховуємо за формулою (8.1):

$$T_p(4) = \max \begin{cases} T_p(1) + t_{1-4} = 0 + 12 = 12 \\ T_p(2) + t_{2-4} = 8 + 0 = 8 \\ T_p(3) + t_{3-4} = 5 + 6 = 11 \end{cases} = 12.$$

Аналогічним чином розраховуємо терміни раннього відбування всіх подій мережевого графіка, рухаючись у напрямку від вихідної події до завершальної (*прямий хід*). Завершальна подія графіка 8 має термін раннього відбування $T_p(8) = 35$. Це значення є терміном виконання всього комплексу робіт мережевого графіка.

Для визначення пізнього терміну відбування подій мережевого графіка (праві сектори кружків) покладаємо термін пізнього відбування кінцевої події 8 рівним терміну її раннього відбування, тобто $T_n(8) = T_p(8) = 35$ (рисунок 8.7).

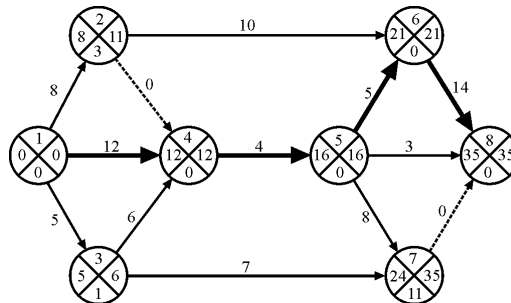


Рисунок 8.7 — Розрахунок пізніх термінів відбування подій, резервів часу подій та визначення критичного шляху графіку

Термін раннього відбування подій 6 та 7 (з них виходить тільки по одній роботі) розраховується як

$$\begin{aligned} T_n(6) &= T_n(8) + t_{6-8} = 35 - 14 = 21; \\ T_n(7) &= T_n(8) + t_{7-8} = 35 - 0 = 35. \end{aligned}$$

Термін пізнього відбування події 5 (з неї виходять три роботи 5–6, 5–8 та 5–7) розраховуємо за формулою (8.2):

$$T_{\pi}(5) = \min \left\{ \begin{array}{l} T_{\pi}(6) - t_{5-6} = 21 - 5 = 16 \\ T_{\pi}(8) - t_{5-8} = 35 - 3 = 32 \\ T_{\pi}(7) - t_{5-7} = 35 - 8 = 27 \end{array} \right. = 16.$$

Аналогічним чином розраховуємо терміни пізнього відбування всіх подій мережевого графіка (рисунок 8.7), рухаючись у напрямку від завершальної події до вихідної (*зворотний хід*). Якщо розрахунки виконані правильно, термін пізнього відбування початкової події повинен дорівнювати нулю.

Для визначення резервів часу подій (нижні сектори кружків) використовуємо формулу (8.3). Наприклад, для події 2 резерв часу

$$R(2) = T_{\pi}(2) - T_p(2) = 11 - 8 = 3.$$

Для пошуку критичного шляху проходимо по роботах мережевого графіка від вихідної події до завершальної через події, що мають нульовий резерв часу. У нашому випадку критичний шлях проходить через події 1 – 4 – 5 – 6 – 8 (на рисунку 8.7 показаний жирними стрілками). Роботи 1–4, 4–5, 5–6, 6–8 називаються *критичними*, їх сумарна тривалість дорівнює терміну виконання комплексу робіт (35). Важливість критичних робіт полягає в тому, що вони не мають резервів часу і будь-яка затримка у виконанні цих робіт неминуче призведе до збільшення терміну виконання всього комплексу робіт.

Розрахунок термінів раннього та пізнього початку та закінчення робіт зручно виконувати у табличній формі (таблиця 8.2) за формулами (8.4) – (8.11). Покажемо приклад розрахунку для роботи 3 – 7:

Таблиця 8.2 — Розрахунок ранніх та пізніх термінів початку та закінчення робіт та резервів часу робіт

Робота $i-j$	t_{i-j}	Терміни початку робіт		Терміни закінчення робіт		Резерви часу робіт			
		ранні t_{i-j}^{pn}	пізні t_{i-j}^{pn}	ранні t_{i-j}^{ps}	пізні t_{i-j}^{ps}	R_{i-j}	\bar{R}_{i-j}	r_{i-j}	R_{i-j}^H
1 – 2	8	0	3	8	11	3	0	3	0
1 – 3	5	0	1	5	6	1	0	1	0
1 – 4	12	0	0	12	12	0	0	0	0
2 – 6	10	8	11	18	21	3	3	0	0
3 – 4	6	5	6	11	12	1	1	0	0
3 – 7	7	5	28	12	35	23	12	22	11
4 – 5	4	12	12	16	16	0	0	0	0
5 – 6	5	16	16	21	21	0	0	0	0
5 – 7	8	16	27	24	35	11	0	11	0
5 – 8	3	16	32	19	35	16	16	16	16
6 – 8	14	21	21	35	35	0	0	0	0

$$t_{3-7}^{pn} = T_p(3) = 5;$$

$$t_{3-7}^{pn} = T_{\pi}(7) - t_{3-7} = 35 - 7 = 28;$$

$$t_{3-7}^{p3} = T_p(3) + t_{3-7} = 5 + 7 = 12; \quad t_{3-7}^{п3} = T_п(7) = 35;$$

$$R_{3-7} = T_п(7) - T_p(3) - t_{3-7} = 35 - 5 - 7 = 23;$$

$$\bar{R}_{3-7} = T_p(7) - T_p(3) - t_{3-7} = 24 - 5 - 7 = 12;$$

$$r_{3-7} = T_п(7) - T_п(3) - t_{3-7} = 35 - 6 - 7 = 22;$$

$$R_{3-7}^н = T_p(7) - T_н(3) - t_{3-7} = 24 - 6 - 7 = 11.$$

Для розрахованого графіка будемо лінійний графік робіт (рисунок 8.8). По вісі абсцис відкладаємо час, по вісі ординат — роботи (відстань між роботами по вертикалі довільна).

Номери початкової та кінцевої події проставляємо відповідно на початку та кінці роботи. Фіктивні роботи зображуємо точками та пунктиром між номерами їх початкових та кінцевих подій.

Роботи розташовуються горизонтально знизу догори, починаючи з роботи, що має менший номер її кінцевої події. Далі роботи розташовують у порядку збільшення номерів їх кінцевих подій, а роботи, що входять до однієї події — у порядку збільшення номерів їх початкових подій.

Номери подій показуємо у кружечках. Над кожною з робіт проставляємо її тривалість. Залитим прямокутником позначаємо виконання роботи, починаючи з раннього терміну її початку.

Прямокутником на продовженні виконання роботи показуємо повний резерв часу роботи. Пунктирною лінією всередині цього прямокутника показуємо вільний резерв часу роботи. Вертикальною суцільною лінією показуємо зв'язок між роботами, що утворюють критичний шлях. Пунктирними вертикальними лініями показуємо залежності між некритичними роботами.

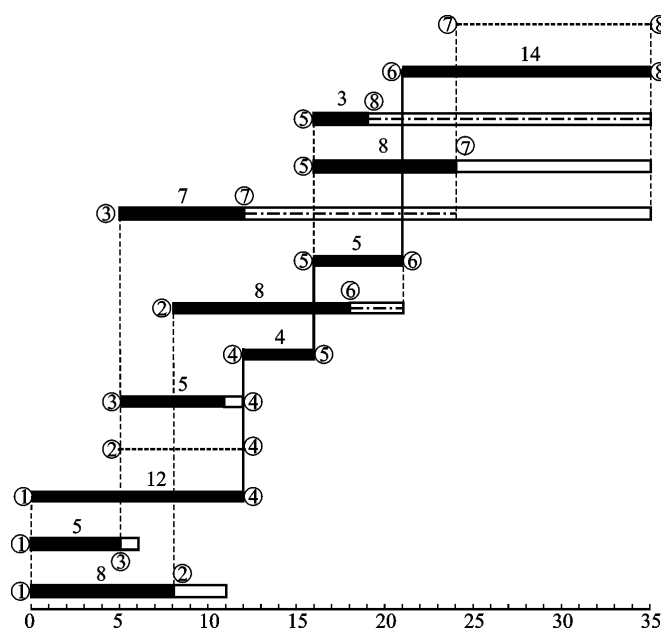


Рисунок 8.8 — Лінійний графік робіт

Контрольні запитання

1. Що таке мережевий графік, як та з чого він складається?
2. Які види робіт розрізняють на мережевих графіках? Поясніть, у чому полягає їх відмінність.
3. Дайте визначення наступним поняттям: *робота*, *подія*, *вихідна подія*, *завершальна подія*, *початкова подія*, *кінцева подія*, *шлях*, *повний шлях*, *критичний шлях*?
4. Дайте тлумачення та поясніть, як розраховуються наступні показники мережевого графіка: ранні та пізні терміни відбування подій, резерви часу подій, ранні та пізні терміни початку та закінчення робіт?
5. Які види резервів часу робіт розрізняють? Поясніть їх сутність та напишіть формули для їх розрахунку.
6. У якій послідовності виконується розрахунок мережевого графіка на графічній моделі?
7. Що таке лінійний графік робіт і як він складається?

Практичне заняття № 9. Прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності. (2 год.)

Мета заняття: вивчення критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності.

Стисла теоретична довідка

Прийняття рішень в умовах невизначеності характеризується тим, що дії однієї з конфліктуючих сторін залежать не від свідомо діючого об'єкта, а набувають властивостей невизначеності (об'єктивної дійсності). Такого супротивника у грі прийнято називати *природою* (Π). Дії природи відрізняються від дій свідомого гравця тим, що природа, на відміну від гравця, який кожним ходом намагається завдати супротивнику найбільшої шкоди, діє невизначено, зокрема, можливо, на користь супротивнику.

Для прийняття рішень у таких іграх застосовують різноманітні критерії, в залежності від наявності інформації про стан природи. Нижче наведені деякі класичні критерії прийняття рішень у грі з природою.

1. Максимінний критерій Вальда.

Згідно з цим критерієм вибирається така стратегія гравця A , яка гарантує при будь-яких умовах виграш не менший ніж максимін відповідної платіжної матриці гри

$$W = \max_i \min_j c_{ij}. \quad (9.1)$$

Якщо керуватись цим критерієм, то необхідно завжди орієнтуватись на найгірший результат у грі і обирати таку стратегію, при якій виграш у найгірших умовах буде максимальним.

2. Мінімаксний критерій ризику Севіджа.

У цьому випадку при виборі оптимальної стратегії слід орієнтуватися не на виграш, а на *ризик*. Ризиком гравця A при виборі деякої стратегії A_i в умовах природи Π_j називається різниця між максимальним виграшем, що можна одержати, якщо знати наміри природи, і виграшем, який отримає гравець A в тих же умовах, застосовуючи стратегію A_i . Якщо б гравець A знав заздалегідь майбутній стан природи Π , то він обрав би стратегію, якій відповідає максимальний елемент у даному стовпчику, тобто $\beta_j = \max_j c_{ij}$. Тоді величина ризику за визначенням дорівнює $r_{ij} = \beta_j - c_{ij}$.

Матриця ризиків будується таким чином:

1) визначається для кожного стану природи (стовпчика) найбільший елемент $\max_j c_{ij}$;

2) елемент матриці ризиків одержують відніманням відповідного елементу платіжної матриці з максимального елемента даного стовпчика.

Критерій Севіджа рекомендує в умовах невизначеності обирати стратегію, що забезпечує мінімальне значення максимального ризику

$$S = \min_i \max_j r_{ij} . \quad (9.2)$$

3. Критерій песимізму-оптимізму Гурвіца.

Згідно з цим критерієм для кожної активної стратегії гравця визначають лінійну комбінацію мінімального та максимального виграшу і обирають ту стратегію, для котрої ця величина буде найбільшою.

Критерій Гурвіца записується у вигляді

$$H = \max_i [\alpha \max_j c_{ij} + (1 - \alpha) \min_j c_{ij}] . \quad (9.3)$$

де α — коефіцієнт, що характеризує ступінь оптимізму ($0 \leq \alpha \leq 1$).

Коефіцієнт α вибирається з суб'єктивних міркувань в залежності від ступеня відповідальності: чим більше наслідки помилкових рішень, тим більше бажання застрахуватись від ризику, отже, тим ближче до нуля вибирається α .

При $\alpha = 0$ критерій Гурвіца перетворюється у максимінний критерій Вальда.

При $\alpha = 1$ критерій Гурвіца є критерієм «крайнього» оптимізму, який рекомендує обирати ту стратегію, що забезпечує у найкращих умовах максимальний виграш.

4. Критерій Байеса–Лапласа.

Вибираючи цей критерій, відходять від умов повної невизначеності, вважаючи, що можливим станам природи можна надати певну імовірність їх появи. Визначивши математичне очікування виграшу для повного розв'язання, вибирають те, котре забезпечує найбільше значення виграшу

$$L = \max_i \sum_{j=1}^n c_{ij} P_j , \quad (9.4)$$

де P_j — ймовірність появи j -го стану природи.

Принцип Байеса–Лапласа можна застосовувати, якщо досліджувані стани природи та рішення, які приймаються, багаторазово повторюються. Тоді, наприклад, статистичними методами, базуючись на частотах появи окремих станів природи у минулому, можна оцінити імовірність їх появи у майбутньому. При одиничних рішеннях, які не повторюються, принцип Байеса–Лапласа застосовувати не можна, оскільки ці рішення порушують стаціонарність розподілу імовірностей станів природи.

Зміст практичного заняття та вихідні дані до його виконання

Щодоби на промислове підприємство надходять під розвантаження залізничні вагони. Можливу заздалегідь невідому кількість вагонів, що надходять щодоби, за умовами виконання вантажних операцій, можна поділити на три категорії:

$П_1$ — надходить максимально можлива кількість вагонів;

P_2 — надходить середньодобова кількість вагонів;

P_3 — надходить мінімальна кількість вагонів.

Підприємство може використати наступні варіанти організації обробки вагонів на вантажних фронтах:

A_1 — обробка вагонів в одну зміну;

A_2 — обробка вагонів в дві зміни;

A_3 — обробка вагонів в три зміни;

A_4 — утримання чергової резервної бригади вантажників.

Витрати, що несе підприємство від простою вагонів під розвантаженням утримання бригад вантажників на під'їзних коліях в залежності від їх добової кількості, задані платіжною матрицею 4×3 . Використовуючи критерії Вальда, Севіджа, Гурвіца та Баеса-Лапласа прийняти рішення про варіант організації обробки вагонів на вантажних фронтах підприємства.

Вихідні дані до виконання завдання по варіантах наведені у таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 — Вихідні дані до виконання практичного заняття 20

Вар.		P_1	P_2	P_3	Вар.		P_1	P_2	P_3
1	A_1	8	14	70	4	A_1	16	21	81
	A_2	20	30	40		A_2	30	36	65
	A_3	44	45	21		A_3	48	36	50
	A_4	60	20	14		A_4	54	18	20
2	A_1	20	28	64	5	A_1	19	32	75
	A_2	45	49	51		A_2	40	49	61
	A_3	70	55	29		A_3	50	36	39
	A_4	84	36	17		A_4	80	24	23
3	A_1	10	15	68	6	A_1	15	34	75
	A_2	24	30	52		A_2	35	48	64
	A_3	48	27	40		A_3	60	52	30
	A_4	56	12	30		A_4	72	40	20
Вар.		P_1	P_2	P_3	Вар.		P_1	P_2	P_3
7	A_1	24	15	80	15	A_1	10	20	60
	A_2	39	45	58		A_2	32	40	46
	A_3	56	35	40		A_3	44	30	31
	A_4	64	25	25		A_4	59	10	16
8	A_1	9	18	72	16	A_1	22	34	78
	A_2	20	20	54		A_2	49	56	56
	A_3	45	38	40		A_3	60	48	40
	A_4	64	30	26		A_4	84	20	30
9	A_1	23	28	85	17	A_1	30	42	83
	A_2	51	40	70		A_2	52	65	70
	A_3	70	60	49		A_3	71	60	54
	A_4	90	40	27		A_4	96	36	28
10	A_1	40	54	88	18	A_1	36	50	96

	A_2	72	68	63		A_2	49	73	62
	A_3	86	52	50		A_3	71	64	40
	A_4	98	30	35		A_4	92	50	24
11	A_1	38	48	80	19	A_1	26	30	65
	A_2	72	81	71		A_2	46	50	38
	A_3	90	70	57		A_3	60	54	26
	A_4	98	52	30		A_4	70	28	20
12	A_1	20	30	72	20	A_1	35	48	84
	A_2	42	60	62		A_2	60	60	68
	A_3	58	64	50		A_3	79	72	49
	A_4	80	41	31		A_4	92	50	30
13	A_1	21	32	72	21	A_1	8	16	62
	A_2	50	46	42		A_2	27	30	40
	A_3	70	54	30		A_3	40	30	28
	A_4	81	30	20		A_4	59	20	12
14	A_1	16	25	75	22	A_1	18	26	86
	A_2	45	59	63		A_2	44	42	68
	A_3	68	30	35		A_3	65	34	38
	A_4	84	20	15		A_4	80	25	24
Вар.		Π_1	Π_2	Π_3	Вар.		Π_1	Π_2	Π_3
23	A_1	18	28	90	27	A_1	20	35	64
	A_2	42	50	60		A_2	38	59	50
	A_3	60	42	49		A_3	59	40	36
	A_4	72	24	27		A_4	71	28	18
24	A_1	35	48	90	28	A_1	35	24	75
	A_2	68	64	70		A_2	41	51	69
	A_3	82	52	46		A_3	69	50	40
	A_4	95	21	28		A_4	70	80	15
25	A_1	35	48	90	29	A_1	82	46	25
	A_2	68	64	70		A_2	51	35	30
	A_3	82	52	46		A_3	30	58	40
	A_4	95	21	28		A_4	15	60	70
26	A_1	35	48	90	30	A_1	61	95	45
	A_2	68	64	70		A_2	55	50	52
	A_3	82	52	46		A_3	36	40	75
	A_4	95	21	28		A_4	29	36	81

Приклад виконання завдання

Розглянемо приклад виконання завдання для умов гри, заданих платіжною матрицею (таблиця 9.2).

Таблиця 9.2 — Платіжна матриця гри з природою

	Π_1	Π_2	Π_3
A_1	15	25	40
A_2	24	30	32
A_3	36	28	20
A_4	45	14	5

Розв'язок.

1. *Критерій Вальда.* У кожному рядку платіжної матриці знаходимо найменший елемент і оберемо ту стратегію підприємства, для якої це значення буде максимальним (таблиця 9.3).

Таблиця 9.3 — Вибір рішення за критерієм Вальда

	Π_1	Π_2	Π_3	$\min_j c_{ij}$
A_1	15	25	40	15
A_2	24	30	32	<u>24*</u>
A_3	36	28	20	20
A_4	45	14	5	5

Таким чином, критерій Вальда рекомендує обирати стратегію A_2 (організувати обробку вагонів у дві зміни).

2. *Критерій Севіджа.*

Побудуємо матрицю ризиків, для чого у кожному стовпчику платіжної матриці відшукуємо найбільший елемент та віднімаємо від нього всі інші елементи даного стовпчика (таблиця 9.4).

У побудованій матриці ризиків у кожному рядку відшукуємо найбільший елемент та обираємо ту стратегію підприємства, для якої це значення буде мінімальним (таблиця 9.4).

Таблиця 9.4 — Матриця ризиків

	Π_1	Π_2	Π_3	$\max_j r_{ij}$
A_1	30	5	0	30
A_2	21	0	8	21
A_3	9	2	20	<u>20*</u>
A_4	0	16	35	35

Таким чином, критерій Севіджа рекомендує обирати стратегію A_3 (організувати обробку вагонів у три зміни).

3. *Критерій Гурвіца.*

Приймаємо ступінь оптимізму $\alpha = 0,6$. У кожному рядку платіжної матриці відшукуємо максимальний та мінімальний елементи і розраховуємо за формулою (20.3) значення критерію H_i (таблиця 9.5). Обираємо ту стратегію

підприємства, для якої це значення буде максимальним.

Таблиця 9.5 — Вибір рішення за критерієм Гурвіца

	Π_1	Π_2	Π_3	$\min_j c_{ij}$	$\max_j c_{ij}$	H_i
A_1	15	25	40	15	40	<u>30*</u>
A_2	24	30	32	24	32	28,8
A_3	36	28	20	20	36	29,6
A_4	45	14	5	5	45	29

Таким чином, критерій Гурвіца рекомендує обирати стратегію A_1 (організувати обробку вагонів в одну зміну).

4. Критерій Баєса-Лапласа.

За умови, коли немає інформації про імовірності станів природи та її поведінку в минулому, при використанні критерію Баєса-Лапласа можна прийняти положення про рівну імовірність появи кожного з можливих станів природи. Оскільки кількість можливих станів природи у нашому випадку дорівнює 3, імовірність появи кожного з них становить $p_1 = p_2 = p_3 = 1/3$.

Для кожного рядка вихідної платіжної матриці за формулою (9.4) розраховуємо значення критерію L . Результати розрахунку наведені у таблиці 9.6.

Таблиця 9.6 — Вибір рішення за критерієм Баєса-Лапласа

	Π_1	Π_2	Π_3	$L = \max_i \sum_{j=1}^n c_{ij} p_j$
A_1	15	25	40	26,67
A_2	24	30	32	<u>28,67*</u>
A_3	36	28	20	28,00
A_4	45	14	5	21,33

Таким чином, критерій Баєса-Лапласа рекомендує обирати стратегію A_2 (організувати обробку вагонів у дві зміни).

Результати розрахунків щодо прийняття рішень за критеріями зводимо до таблиці 9.7.

Таблиця 9.7 — Результати прийняття рішень за критеріями

Стратегії A_i	Критерії				Кількість прийнятих рішень
	<i>Вальда</i>	<i>Севіджа</i>	<i>Гурвіца</i>	<i>Баєса-Лапласа</i>	
A_1			+		1
A_2	+			+	2
A_3		+			1
A_4					0

Найбільшу кількість рішень прийнято за стратегією A_2 (дві), тому цю стратегію (організувати обробку вагонів у дві зміни) слід вважати оптимальною.

Контрольні запитання

1. Дайте поняття природи та гри з природою.
2. Чим дії природи у грі відрізняються від дій активного гравця?
3. Дайте правила вибору оптимальних стратегій у грі з природою за критеріями *Вальда*, *Севіджа*, *Гурвіца*, *Баєса-Лапласа*.
4. Що таке матриця ризиків та як розраховуються її елементи?
5. Дайте міркування щодо вибору значення ступеню оптимізму при виборі рішення за критерієм Гурвіца.
6. У яких умовах можна використовувати критерій Баєса-Лапласа?

Практичне заняття № 10. Метод експертних оцінок. (2 год.)

Мета:

1. Організація експертного оцінювання методом Делфі.
2. Оволодіння методикою застосування експертних оцінок для ранжування факторів, які впливають на ефективність системи.
3. Використання структурних і функціональних можливостей MS Excel для реалізації відповідних методів

Порядок виконання роботи

1. Опрацювати необхідний теоретичний матеріал.
2. Розробити анкети для експертного опитування з відповідної проблемної ситуації. За експертами залишається право доповнити список можливих напрямків.
3. Включити в експертне опитування процедуру визначення коефіцієнта компетентності методом самооцінки.
4. Сформувати групу експертів та провести експертне оцінювання методом Делфі.
5. Результати експертного оцінювання звести в таблицю. За результатами експертного оцінювання вивчити:
 - узагальнену оцінку важливості кожного чинника без та з урахуванням коефіцієнта компетентності експерта;
 - проранжувати всі чинники за ступенем їх важливості;
 - визначити відносні коефіцієнти значимості чинників.

Навчальний матеріал

Основні етапи методу Дельфи такі:

1. уточнення проблем або об'єктів для експертизи;
2. формування групи експертів;
3. розробка анкети для опитування експертів;
4. індивідуальне анкетне опитування експертів;
5. математичне опрацювання результатів опитування;
6. уточнення експертами своїх оцінок.

Для формування стійкої узагальненої оцінки, етапи 4, 5, 6 можуть проводитися 3-4 рази.

Конкретний склад і чисельність групи експертів визначається характером аналізованих проблем, можливістю притягнення до експертизи компетентних спеціалістів.

Ступінь компетентності експертів можна визначити за формулою:

$$K_k = \frac{K_z + K_a}{2}, \quad (10.1.)$$

де K_3 – коефіцієнт ступеня знайомства експерта з проблемою; $K_3 \leq 1$; K_a – коефіцієнт аргументованості рішень експерта, $K_a \leq 1$.

Коефіцієнт ступеня знайомства K_3 визначається самооцінкою експерта за десятибальною шкалою і множенням оцінки на 0,1.

Може бути використана шкала оцінок ступеня знайомства експерта з проблемою, представлена табл.4.1:

Таблиця 10.1

0 балів	- експерт не знайомий із проблемою;
1 - 3 бали	- погано знайомий, але проблема входить до кола інтересів
4 - 6 балів	- задовільно знайомий, але практично не займається;
7 - 9 балів	- добре знайомий і займається практично;
10 балів	- вузький фахівець із проблеми.

Для одержання значення K_a може бути використана шкала аргументованості, приведена в табл.4.2.

Експерт відмічає відповідну графу по кожному виді джерел, а потім числа з відзначених граф підсумовуються.

Таблиця 10.2

Джерело аргументів	Ступінь впливу аргументів		
	високий	середній	низький
Теоретичний аналіз	0,3	0,2	0,1
Досвід	0,5	0,4	0,2
Література	0,1	0,08	0,04
Інтуїція	0,05	0,04	0,02

При упорядкуванні анкети необхідно дотримуватися таких вимог:

- (с) анкета не повинна містити багато питань; відповіді на питання не повинні займати багато часу;
- (d) відповіді повинні даватися суворо в заданій шкалі оцінок;
- (e) анкета, як правило, повинна бути анонімною.

Доцільно застосовувати 10 або 100 – бальні шкали оцінок із невеличким числом градацій, кожна градація повинна бути однозначно описана.

$$\begin{vmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{m1} & C_{m2} & \dots & C_{mn} \end{vmatrix}$$

Всі оцінки, отримані в ході опитування групи експертів, зводяться в матрицю:

$$C = \begin{bmatrix} C_{11} & \dots & C_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{1m} & \dots & C_{nm} \end{bmatrix}$$

При цьому деякі з оцінок можуть бути відсутніми, якщо експерт утримався від оцінки якогось чинника.

Узагальнена оцінка важливості чинника обчислюється за формулою:

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^m C_{ij}}{m_j} \quad (10.2.)$$

де M_j – узагальнена оцінка важливості j -го чинника;

m_j – кількість експертів, що оцінили j -ий чинник, ($m_j \leq m$); c_{ij} – оцінка в балах, дана i -м експертом j -му чиннику .

З урахуванням коефіцієнта компетентності:

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^m K_k C_{ij}}{m_j}$$

Після того, як усі узагальнені оцінки важливості кожного чинника обраховані можна їх проранжувати. Очевидно, що чим важливіший чинник, тим більше його узагальнена оцінка і тим менший ранг йому відводиться у загальному ранжуванні.

Приклад виконання роботи

Робота умовно поділяється на декілька етапів.

1. Розробка анкети для опитування експертів.

Можливий варіант анкети приведений нижче.

Шановний експерт _____ (П.І.П)!

Просимо Вас оцінити ступінь важливості
(пріоритетності) таких напрямків дослідження ... далі
відповідно до завдання

№ з/п	Назва напрямку дослідження	Оцінка у балах
1	(перелік можливих напрямків)	
2		
3		

Оцінку кожному із запропонованих напрямків просимо виставити по такій 10- бальній шкалі:

0	Напрямок не впливає на дослідження кон'юнктури ринку
1–2	Напрямок робить слабкий вплив, його варто врахувати в майбутньому
3–5	Напрямок впливає, але важко реалізовано
6–7	Напрямок має істотний вплив
8–10	Напрямок є важливим і актуальним, реалізується в першу чергу

2. Формування групи експертів та оцінка їх компетентності

В умовах виконання даної лабораторної роботи в якості експертів виступають студенти, що об'єднуються по 3-5 чоловіка в одну групу. Таким чином, подальше виконання роботи здійснюється окремо кожною групою студентів.

Кожний експерт, користуючись шкалою оцінки ступеня знайомства і таблицею оцінок аргументованості думок, приведених у методичних вказівках, визначає коефіцієнт компетентності. Припустимо, що експерт вважає, що він задовільно знайомий із проблемою, але практично нею не займається, тоді його коефіцієнт ступеня знайомства дорівнює:

$$K_3 = 4 \times 0,1 = 0,4.$$

Якщо при цьому він вважає, що для нього характерний високий ступінь впливу інтуїції і матеріалів із літератури, а такі джерела аргументів як теоретичний аналіз і досвід вплинуть на його думку незначно, то його коефіцієнт аргументованості дорівнює:

$$K_a = 0,3 + 0,5 + 0,1 + 0,04 = 0,94.$$

Тоді значення K_k для цього експерта за (4.1) буде дорівнювати: $K_k = (0,4 + 0,94)/2 = 0,67$.

У табл.10.3 представлено результати оцінки компетентності експертів:

Таблиця 10.3

Джерела аргументів						
№ експерта	ступінь знайомства	теор. аналіз	Досвід	Література	Інтуїція	K_k
1	0,4	0,3	0,5	0,1	0,04	0,67
2	0,6	0,3	0,4	0,08	0,02	0,7
3	0,7	0,1	0,2	0,04	0,05	0,545
4	0,1	0,2	0,4	0,08	0,02	0,4

3. Математичне опрацювання результатів опитування

Всі оцінки, отримані в ході опитування групи експертів зводяться у відповідну таблицю. В табл.10.4 наведено оцінки чотирьох експертів, дані ними у процесі оцінювання часткових критеріїв за ступенем значимості. Кількість критеріїв $n = 6$.

Таблиця 10.4

Вихідні експертні дані

Експерти	Часткові критерії					
	f 1	f 2	f 3	f 4	f 5	f 6
1	8	10	9	8	5	6
2	10	10	10	9	10	6
3	1	4	2	7	3	2
4	4	8	6	3	2	4

Для кожного критерія за (4.3) обрахуємо узагальнену оцінку його важливості з урахуванням компетентності експертів, наприклад для f_1 :

$$M_1 = \frac{\sum_{j=1}^m K_k C_{ij}}{m_j} = \frac{0,67 * 8 + 0,7 * 10 + 0,545 * 1 + 0,4 * 4}{4} \approx 4,08$$

Потім проранжуємо: чим вища узагальнена оцінка важливості критерія, тим нижче його ранг. На перше місце ставимо критерій з найвищою оцінкою, на друге – з меншою, на останнє – із найменшою оцінкою.

Наостанок, для визначення відносних коефіцієнтів значимості часткових критеріїв, можна використати просту функцію ранжирування:

$$\lambda_i = 2 \left[\frac{(n+1) - R_i}{n(n+1)} \right], \quad i = \overline{1, n}, \quad \sum_i \lambda_i = 1,00,$$

де n – кількість рангів ; R_i – ранг i -го критерія.

У табл.10.5 представлено результати обчислень:

Таблиця 10.5

Експерти	Часткові критерії					
	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆
1	8	10	9	8	5	6
2	10	10	10	9	10	6
3	1	4	2	7	3	2
4	4	8	6	3	2	4
M _i	4,07625	5,67	4,805	4,50625	3,42125	3,1775
R _i	4	1	2	3	5	6
λ	0,1428571 43	0,2857142 86	0,2380952 38	0,1904761 9	0,0952380 95	0,0476190 48

Таким чином, результуюче ранжування часткових критеріїв виглядає як $f_2 > f_3 > f_4 > f_1 > f_5 > f_6$.

Варіанти завдань для виконання

Варіант 1.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки удосконалення вищої освіти в країні.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі напрямки удосконалення вищої освіти:

1. Поліпшення матеріального забезпечення ВНЗ.
2. Зниження оплати за навчання.
3. Підвищення вимог до абітурієнтів і до оцінки знань студентів.
4. Об'єднання навчання у ВНЗ з роботою на виробництві за фахом.
5. Підвищення заробітної плати викладачам ВНЗ.
6. Підвищення вимог до атестації професорсько-викладацького складу.
7. Притягнення виробничників до читання лекцій і керівництва курсовими і дипломними проектами.

Варіант 2.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки дослідження кон'юнктури ринку продукції А.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі напрямки дослідження кон'юнктури ринку продукції:

1. Динаміка виробництва даної продукції і її аналогів усередині країни і за кордоном.

2. Вплив науково-технічного прогресу на споживчі властивості і конструкторсько-технологічні параметри продукції.

4. Динаміка навантаження виробничих потужностей і наявність їх резерву на даному підприємстві й інших підприємствах усередині країни і за кордоном. Динаміка поточних витрат виробництва і потреб у капітальних вкладеннях.

5. Динаміка споживання (попиту) продукції і причини її зміни усередині країни і за кордоном.

6. Динаміка поточних витрат і супутніх капітальних вкладень у споживачів продукції, пов'язаних із споживанням цієї продукції.

7. Тенденції науково-технічного прогресу в галузях – споживачах продукції і вплив їх на споживання (попит).

Варіант 3.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки визначення експертного потенціалу.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі основні показники експертного потенціалу:

1. високий рівень інтелекту;
2. великий досвід роботи;
3. визнання колег;
4. активна наукова діяльність;
5. наявність серйозних публікацій;
6. престижна освіта;
7. високий особистий статус.

Варіант 4.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки підвищення рівня відповідальності державних органів та прозорості.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі основні низки заходів для підвищення рівня відповідальності державних органів та прозорості:

1. проведення громадських експертиз діяльності органів виконавчої влади;
2. подання запитів на публічну інформацію до органів державної влади з метою отримання суспільно важливої інформації;
3. оскарження незаконних відмов у доступі до інформації до компетентних органів державної влади та до суду;
4. створення «гарячої лінії» для громадських організацій та представників ЗМІ;
5. моніторинг прозорості діяльності органів державної влади;
6. лобювання та підтримка прогресивних змін і доповнень до чинних нормативно-правових актів;
7. популяризація демократичних стандартів у сфері доступу до інформації через проведення освітніх заходів та публікації у ЗМІ.

Варіант 5.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки використання ІКТ студентами.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати пріоритетні напрямки використання ІКТ студентами:

1. для презентації матеріалів, тем на заняттях;
2. для розвитку навичок мислення високого рівня;
3. для пошуку інформації, щоб підготувати завдання;
4. для самостійних навчальних досліджень;
5. для спілкування та розваг;
6. для проведення дозвілля, показу фільмів, перегляду фото тощо.

Варіант 6.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки вдосконалення радіоаматорської сфери діяльності.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

1. комп'ютеризація радіо передаючої апаратури;
2. заміщення аналогових видів діяльності цифровими;
3. нових стандартів та розширення діапазону радіоаматорських частот;
4. співпраця зі службами спасіння та пошуку людей, зокрема службою «112»;
5. залучення радіоаматорів до участі у глобальних проектах, наприклад, «Вивчення Місяця»;
6. популяризація радіоаматорства серед молоді шляхом організації радіоаматорських кружків на базі шкіл.

Варіант 7.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки оцінювання фахових якостей претендентів на роботу в офісі.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати пріоритетні напрямки оцінки претендентів:

1. вищий учбовий заклад, який закінчив претендент;
2. володіння комп'ютером;
3. володіння іноземною мовою;
4. водіння автомобілем;
5. стаж роботи;
6. віковий ценз.

Варіант 8.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки для вибору побутової техніки пересічними споживачами .

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати пріоритетні напрямки вибору техніки:

1. ціна;

2. гнучкість розрахунку;
3. простота експлуатації;
4. дизайн;
5. відмовостійкість;
6. країна-виробник

Варіант 9.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки діяльності дитячих громадських організацій.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати пріоритетні напрямки діяльності дитячих громадських організацій:

1. соціально-правовий захист дітей;
2. самоврядування, формування лідерських навичок;
3. надання додаткових знань;
4. проведення благодійних акцій;
5. соціальна робота;
6. патріотичне виховання.

Варіант 10.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні критерії вибору замовника для розробки інформаційної системи.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати пріоритетні критерії вибору замовника для розробки інформаційної системи:

1. пропозиції замовника щодо вартості роботи;
2. репутація замовника;
3. терміни виконання;
4. країна виконавця;
5. можливості фірми щодо виконання роботи.

Варіант 11.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки оптимізації роботи колл-центру.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі напрямки оптимізації роботи колл-центру:

1. Оновлення архітектури програмного та апаратного забезпечення.
2. Навчання персоналу на спеціальних тренінгах.
3. Використання автоматичної системи інтерактивної взаємодії (IVR) для економії часу.
4. Переведення операторів на надомну працю.
5. Ведення статистики та бізнес-аналізу.
6. Маршрутизація викликів за їх специфікою.
7. Система заохочень та штрафів для персоналу

Варіант 12.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні за фінансуванням держави напрямки розвитку науки і техніки.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі основні напрямки розвитку науки і техніки:

1. Фундаментальні наукові дослідження.
2. Інформаційні та комунікаційні технології.
3. Енергетика та енергоефективність.
4. Раціональне природокористування.
5. Науки про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань.
6. Нові речовини і матеріали.

Варіант 13.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки оптимізації соціального захисту громадян.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі напрямки оптимізації соціального захисту громадян:

1. Узгодження соціальної політики з політикою зайнятості, фінансово-економічною та фіскальною політикою.
2. Перегляд наявних пільг і соціальних виплат з метою посилення їх адресності й обґрунтованості.
3. Розширення інфраструктури надання соціальних послуг за місцем проживання.
4. Залучення громадськості до обговорення та участі у визначення державних соціальних стандартів.
5. Приведення державних соціальних стандартів у відповідність із міжнародно-правовими актами.
6. Координація та моніторинг надання тих соціальних послуг, які найбільше відповідають потребам населення конкретної території.

Варіант 14.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки оптимізації бізнес-процесів.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі основні напрямки оптимізації бізнес-процесів:

1. Скорочення витрат, тривалості та кількості помилок у кожному з проаналізованих процесів.
2. Інтегрування працівників та керівників підприємства зі стратегією компанії та ключовими показниками її ефективності.
3. Ефективне впровадження інформаційних технологій.
4. Поліпшення взаємодії між працівниками та підрозділами підприємства.
5. Зростанні інвестиційної привабливості підприємства

6. Ефективний організаційний редизайн.

Варіант 15.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки вдосконалення інформаційного бізнесу.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі основні напрямки вдосконалення інформаційного бізнесу:

1. Удосконалення механізму правового захисту програмних продуктів як об'єкта інтелектуальної власності.
2. Удосконалення договірних відносин за розроблення та продажу програмних продуктів, наданні інформаційно-обчислювальних послуг.
3. Запобігання розробленню і поширенню програмних зловживань (вірусні програми).
4. Розроблення механізму електронного документообігу та електронної звітності тощо.
5. Формування інформаційної інфраструктури об'єктів різних рівнів і статусу.
6. Розробка методичних основ оцінювання конкурентоспроможності апаратних і програмних засобів.
7. Формування системи інформаційного маркетингу тощо.

Варіант 16.

За допомогою експертного аналізу визначити суттєві прояви групових ефектів під час спільної колективної діяльності колег.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі прояви групових ефектів під час спільної колективної діяльності:

1. Ефект групового мислення.
2. Ефект конформізму, коли коли фіксується наявність конфлікту між думкою індивіда і думкою групи і подолання цього конфлікту на користь групи.
3. Ефект групового егоїзму, коли цілі групи досягаються за рахунок інтересів усієї спільноти та окремих особистостей групи.
4. Ефект маятника, коли позитивні (негативні) події підвищують (знижують) загальний рівень групової продуктивності.
5. Ефект пульсара: підвищення групової активності під впливом різних стимулів, або ж зниження групової активності за відсутності таких.
6. Ефект хвилі: поширення позитивних ідей, цілей тощо, які не суперечать інтересам групи.
7. Ефект «ми» і «вони»: співучасність, емоційна підтримка членів групи, груповий егоїзм.

Варіант 17.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки удосконалення педагогічного процесу у вищій школі.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі основні напрямки удосконалення педагогічного процесу у вищій школі:

1. Інтеграція науки, освіти і практики.
2. Підвищення науково-теоретичного рівня і зміцнення практичної спрямованості.
3. Вдосконалення підготовки викладачів ВНЗ та їх педагогічної майстерності.
4. Використання сучасних концепцій і методів навчання.
5. Технічне переобладнання педагогічного процесу.
6. Гуманізація та демократизація педагогічного процесу.

Варіант 18.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки інформаційної безпеки корпоративних інформаційних систем.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі основні напрямки удосконалення інформаційної безпеки корпоративних інформаційних систем:

1. Контроль використання зйомних носіїв і запуск додатків.
2. Забезпечення безпеки міжмережевої взаємодії.
3. Криптографічний захист інформації.
4. Управління подіями безпеки.
5. Контроль використання Інтернет-ресурсів і фільтрація веб-трафіку.
6. Захист від поштового спаму.
7. Управління доступом до інформаційних ресурсів корпоративних інформаційних систем.

Варіант 19.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні напрямки інноваційної діяльності.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі стратегічні напрямки інноваційної діяльності:

1. Модернізація електростанцій; нові та відновлювальні джерела енергії; новітні ресурсозберігаючі технології.
2. Нанотехнології, мікроелектроніка, інформаційні технології, телекомунікації.
3. Вдосконалення хімічних технологій, розвиток біотехнологій; нові маєтріали.
4. Високотехнологічний розвиток сільського господарства і переробної промисловості.
5. Транспортні системи: будівництво і реконструкція.
6. Охорона і оздоровлення людини та навколишнього середовища.
7. Розвиток інноваційної культури суспільства.

Варіант 20.

За допомогою експертного аналізу визначити пріоритетні за фінансуванням держави напрямки розвитку науки і техніки.

Уточнення проблем або об'єктів експертизи.

Можна запропонувати такі основні напрямки розвитку науки і техніки:

1. Фундаментальні наукові дослідження.
2. Формування демографічної політики, розвиток людського потенціалу.
3. Інформаційні та комунікаційні технології.
4. Новітні ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості та агропромисловому комплексі.
5. Рациональне природокористування.
6. Нові біотехнології, діагностика і методи лікування найпоширеніших захворювань.
7. Нові речовини і матеріали.

Контрольні запитання

1. У чому полягає метод експертних оцінок Делфі?
2. Яким чином можна перевірити значимість інформації, отриманої від експертів?
3. Як розраховується сумарний (результуючий) ранг?
4. Як визначається вага факторів (цілей), визначених експертами?

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Залежно від змісту й особливостей виконання практичної роботи, звіт складають у вигляді тексту, ілюстрацій, таблиць або їх сполучень.

Звіт оформлюють на аркушах формату А4 (210 x 297 мм).

Текст звіту виконується шрифтом Times New Roman 14 pt, через 1,5 міжрядковий інтервал до 30 рядків на сторінці.

Текст звіту слід друкувати, додержуючись таких розмірів берегів: верхній і нижній – 20 мм, лівий – 30 мм, правий – 10 мм.

Під час оформлення звіту необхідно дотримуватись рівномірної щільності, контрастності й чіткості зображення впродовж усього звіту. У звіті мають бути чіткі, нерозпливчасті лінії, літери, цифри та інші знаки. Усі лінії, літери, цифри й знаки повинні бути однаково чорними впродовж усього звіту.

Прізвища, назви установ, організацій, фірм та інші власні назви у звіті наводять мовою оригіналу.

Скорочення слів і словосполучень у звіті – відповідно до чинних стандартів із бібліотечної та видавничої справи.

Абзацний відступ повинен бути однаковим упродовж усього тексту звіту й дорівнювати 1,25 см.

Звіт має містити такі структурні елементи:

- відомості про студента (прізвище, ім'я, група, варіант завдання);
- тему та мету роботи;
- перелік завдань;
- теоретичні відомості до виконання практичних завдань;
- хід роботи, в якому описуються етапи та послідовність виконання завдань практичної роботи;
- висновки по роботі.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Схема поточного і заключного контролю знань

Дисципліна	Кількість годин				Форма контролю	Кількість заходів	Оцінка		Сума	
	лекції	практичні заняття	консультації	самостійна робота			min	max	min	max
Моделювання управлінських рішень	Змістовний модуль 1. Основи моделювання управлінських рішень									
	8	6	8	32	Контрольні роботи	2	1	2	2	4
					Тестування	2	3	5	6	10
					Самостійна робота	2	2	3	4	6
	Разом по змістовному модулю 1								12	20
	Змістовний модуль 2. Теоретичні засади розробки управлінських рішень									
	6	8	6	20	Контрольні роботи	2	1	2	2	4
					Тестування	2	3	5	6	10
					Самостійна робота	2	2	3	4	6
	Разом по змістовному модулю 2								12	20
	Змістовний модуль 3. Практика розробки управлінських рішень									
	4	4	4	14	Контрольні роботи	1	1	2	1	2
					Тестування	1	3	5	3	5
					Самостійна робота	2	2	3	4	6
				Індивідуальна робота	1	5	10	5	10	
Разом по змістовному модулю 3								12	20	
Залікова робота (додатково)								10	15	
Разом по курсу дисципліни								60	100	

Поточний контроль знань здійснюється у вигляді атестацій, які проводяться за результатами обов'язкових контрольних заходів, що передбачені навчальною програмою: виконання практичних робіт з перевіркою на ПЕОМ, тестування, проведення опитування на практичних заняттях, підготовка рефератів та презентацій по окремим темам, науково-дослідна робота.

В кінці 4 семестру здобувачі вищої освіти ступеня доктор філософії складають залік. З цією метою необхідно вивчити теоретичний матеріал і виконати згідно з вимогами практичні роботи. Залік за курс здається після того,

як здобувачі вищої освіти відпрацюють лекції та практичні заняття. У випадку невиконання навчальної програми вони до заліку не допускаються. Для можливості отримання необхідної кількості балів для здобувачів вищої освіти розроблено індивідуальні розрахунково-графічні завдання по кожній з тем дисципліни.

Оцінювання знань здобувачів вищої освіти здійснюється за рейтинговою системою балів. Максимальна кількість залікових балів з дисципліни приймається 100. Здобувач вищої освіти отримує бали тільки за своєчасно виконану та захищену роботу на аудиторному занятті. Здобувачі вищої освіти, що своєчасно виконали та захистили усі практичні роботи, отримали позитивні оцінки за перевірку знань лекційного матеріалу, мають бали за науково-дослідну роботу і набрали не менше 60 балів отримують залік автоматично з відповідно набраною кількістю балів за семестр.

Підсумковий контроль виконується згідно шкали оцінювання.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для заліку
90 - 100	A	зараховано
82 - 89	B	
75 - 81	C	
64 - 74	D	
60 - 63	E	
35 - 59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
0 - 34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Для отримання допуску до екзамену необхідно вивчити теоретичний матеріал, виконати згідно з вимогами практичні роботи, відпрацювати пропущені заняття та набрати не менше 36 балів.

Підсумковий контроль виконується згідно шкали оцінювання.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90 - 100	A	відмінно
82 - 89	B	добре
75 - 81	C	
64 - 74	D	задовільно
60 - 63	E	
35 - 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 - 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Основна:

1. Методичні матеріали у системі Moodle. URL: <https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=1816> (дата звернення 06.02.2020).
2. Василенко В.О. Теорія і практика розробки управлінських рішень. К.: ЦНЛ, 2002. 420 с.
3. Городнов В. П. Математическое моделирование, оценка эффективности и синтез организационных структур предприятий Нар. укр. акад. Х., 2005. 380 с.
4. Жильцов О. Б. Математичне програмування (з елементами інформаційних технологій): Навч. посіб. К.: МАУП, 2006. 186 с.
5. Колпанов В.М. Теория и практика принятия управленческих решений. – К.: МАУП, 2004. – 504 с.
6. Компьютерное моделирование бизнес-процессов: [учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений] Харьков. гос. техн. ун-т стр-ва и архитектуры. Х.: Бурун Книга, 2007. 320 с.
7. Куліков П. М. Економіко-математичне моделювання фінансового стану підприємства : Навч. посіб. [для студ. ВНЗ] Харк. нац. екон. ун-т. Х.: ІНЖЕК, 2009. 320 с.

Додаткова:

1. Бакаєв О. О., Грищенко В. І., Бажан Л. І., Бакаєв Л. О., Бобер К. А. Економіко-математичні моделі зростання. К.: «Наукова думка», 2005. 190 с.
2. Кузьмичов А. І., Медведєв М. Г. Математичне програмування в Excel: Навч. посіб. К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2005. 320 с.
3. Лапач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Статистика в науке и бизнесе. – К.: МОРИОН, 2002. – 640 с.
4. Механизмы и модели управления кризисными ситуациями НАН Украины, НАН Украины, Н.-и. центр. индустр. пробл. развития. Х.: ІНЖЕК, 2007. 195 с.
5. Олейник Ю. Т. Модели корпоративного менеджмента : Новые инструменты управления ресурсами. М-во образования и науки Украины, Донец. нац. ун-т. Донецк: Юго-Восток, 2007. 307 с.
6. Смирнов Е.А. Управленческие решения. М.: ИНФРА. М, 2001. 264 с.
7. Тодорцев Ю. К. Математическое моделирование объектов управления: Учеб. пособие. М-во образования и науки Украины, Одес. нац. морс. акад. Одесса: ОНМА, 2008. 220 с.
8. Устенко С. В. Моделювання наукомістких виробничих систем М-во освіти і науки України, Укр. фін.-екон. ін-т. К.: ЕКМО, 2008. 410 с.
9. Фатхутдинов Р.А. Управленческие решения. М.: ИНФРА-М, 2002. 314 с.

Інформаційні ресурси:

1. Верховна Рада України: офіційний веб-сайт URL: <http://zakon.rada.gov.ua/> (дата звернення 11.02.2020).
2. Головне управління статистики в Миколаївській області/ URL: <http://www.mk.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 06.02.2020).
3. Державна служба статистики України/ URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 12.02.2020).
4. Міністерство аграрної політики та продовольства України URL: <http://minagro.gov.ua/> (дата звернення 05.02.2020).
5. Міністерство економічного розвитку і торгівлі URL: <http://www.me.gov.ua/> (дата звернення 11.02.2020).

Навчальне видання

МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Методичні рекомендації

Укладачі:

Шебаніна Олена В'ячеславівна

Клочан Віра Павлівна

Клочан Ірина Володимирівна та ін.

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 6,939.

Тираж 50 прим. Зам. № __

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.