



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Навчально-науковий інститут економіки та менеджменту
Кафедра економічної кібернетики



06-11-59

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи
з навчальної дисципліни «Системи підтримки прийняття
рішень» для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня за освітньо-професійною
програмою «Економічна кібернетика» спеціальності
051 «Економіка» денної і заочної форми навчання

Рекомендовано науково-методичною радою
з якості ННІ економіки та менеджменту
Протокол № 1 від 10 жовтня 2019 р.

Рівне – 2019



Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Системи підтримки прийняття рішень» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Економічна кібернетика» спеціальності 051 «Економіка» денної і заочної форми навчання [Електронне видання] / Джоші О. І. – Рівне : НУВГП, 2019. – 42 с.

Укладач: Джоші О. І., канд. техн. наук, доцент кафедри економічної кібернетики.

Відповідальний за випуск: П. М. Грицюк, д-р. екон. наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики.

Керівник групи забезпечення спеціальності Грицюк П. М.

ЗМІСТ

Загальні положення	3
Лабораторна робота № 1 «Використання інструментів «Подбор параметра» і «Поиск решения» MS Excel для розв'язування управлінських задач».....	5
Лабораторна робота № 2 «Задачі на прогнозування в управлінні»	11
Лабораторна робота № 3 «Прийняття рішень в умовах ризику».....	16
Лабораторна робота № 4 «Прийняття рішень в умовах невизначеності та багатокритеріальності».....	21
Лабораторна робота № 5 «Розв'язання задачі вибору альтернатив в умовах визначеності».....	29
Лабораторна робота № 6 «Імітаційне моделювання прийняття управлінських рішень»	38



ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Відповідно до Освітньо-професійної програми бакалавра за спеціальністю 051 «Економіка» спеціалізацією «Економічна кібернетика» навчальна дисципліна «Системи підтримки прийняття рішень» є обов'язковою навчальною дисципліною циклу дисциплін фахового спрямування.

Метою навчальної дисципліни «Системи підтримки прийняття рішень» є формування знань і навичок щодо сучасних інформаційних систем і технологій підтримки прийняття рішень, їх раціонального використання, а також практичних навичок ефективного використання сучасних інформаційних технологій у процесі прийняття рішень.

Завданням дисципліни є вивчення організаційно-технологічних засад підготовки й прийняття рішень; оцінювання та вибір методів підтримки прийняття рішень; базових компонентів систем підтримки прийняття рішень; класифікації систем підтримки прийняття рішень; засобів машинної імітації в СППР; виконавчих інформаційних систем; групових СППР; створення, впровадження та оцінювання СППР.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: організаційно-технологічні засади прийняття рішень, базові поняття систем підтримки прийняття рішень, різновиди СППР та їх структуру, зміст функціональної частини СППР, склад та зміст забезпечувальної частини СППР, технологію комп'ютерної обробки економічної інформації, перспективи розвитку СППР;

вміти: застосовувати набуті знання для роботи у конкретних автоматизованих інформаційних системах, що використовуються в сучасних організаціях, використовувати методи прийняття рішень і відповідні інформаційні технології для обґрунтування ефективних управлінських рішень.

Засвоєння основних положень навчальної дисципліни «Системи підтримки прийняття рішень» здійснюється на лабораторних заняттях та шляхом самостійної роботи студента.

Звіт з лабораторної роботи оформлюється на окремих



аркушах паперу формату А4 і повинен мати наступну структуру:

- 1) назва (тема) роботи;
- 2) мета роботи;
- 3) задачі роботи;
- 4) завдання роботи;
- 5) розрахунки;
- 6) висновки щодо отриманих результатів.

Всі наведені частини звіту можуть бути підготовлені за допомогою текстового процесору MS Word. Результати лабораторної роботи вставляються у звіт у вигляді ілюстрацій. Висновки щодо отриманих результатів можуть подаватися у відповідних місцях звіту по ходу виконання лабораторної роботи або у кінці звіту.

Оформлений звіт подається викладачу для перевірки. При отриманні позитивної рецензії студент допускається до захисту лабораторної роботи. Захист лабораторної роботи є завершальним етапом роботи над нею.

За захист кожної лабораторної роботи нараховується відповідна кількість балів. Список літературних джерел, критерії і методика оцінювання лабораторних робіт наведені в робочій програмі «Системи підтримки прийняття рішень» (URI: <http://ep3.nuwm.edu.ua/12830/>).



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Використання інструментів «Подбор параметра» і «Поиск решения» MS Excel для розв'язування управлінських задач

Мета: навчитись використовувати інструменти «Подбор параметра» і «Поиск решения» MS Excel для розв'язування управлінських задач.

Завдання 1.1. Визначення початкових витрат по проекту

Очікується, що доходи по проекту протягом наступних 4 років становитимуть:

1-й рік: $50000 + 100 \times N$ гр.од.,

2-й рік: $100000 + 100 \times N$ гр.од.,

3-й рік: $300000 + 100 \times N$ гр.од.,

4-й рік: $200000 + 100 \times N$ гр.од..

Визначити, якими повинні бути початкові витрати, щоб забезпечити швидкість обороту $10 + 0,1 \times N$ %.

Порядок виконання роботи

1. Побудувати таблицю вихідних даних.
2. Задати початкове прогнозне значення витрат, яке повинно бути від'ємним: $B = -100000 + 100 \times N$ гр.од..

3. Для визначення цільової функції, використати вбудовану функцію MS Excel **ВСД**, яка обчислює ітераційним методом внутрішню швидкість обороту інвестиції (внутрішню норму прибутковості) для ряду періодичних виплат і надходжень змінної величини, при якій чиста поточна вартість дорівнює 0.

В поле **Значення** вводиться посилання на комірки в яких містяться прогнозне значення витрат та щорічних очікуваних доходів.

В поле **Предположение** водиться посилання на комірку в якій міститься значення очікуваної величини швидкості обороту.

4. Виконати послідовністю команд **Данные** → **Работа с данными** → **Анализ «что если»** → **Подбор параметра...** та заповнити діалогове вікно.



5. За результатами розв'язку зробити відповідний висновок.

Завдання 1.2. Складання штатного розкладу

В штаті ІТ-компанії є 6 осіб, які обіймають посаду *Junior Developer*, 8 осіб – *Middle Developer*, 10 осіб – *Senior Developer*, 3 особи – *Team Lead*, по 1 особі працюють на посадах *Project Manager*, *HR-manager*, *Architect* і *СТО*. Загальний місячний фонд заробітної плати становить $\Phi ЗП = 20000 + 100 \times N$ гр.од.. Визначити, якими повинні бути оклади співробітників ІТ-компанії.

Відомо, що базовим є оклад *Junior Developer*, а інші оклади обчислюються виходячи з нього:

$$S_i = a_i \cdot S_{JD} + b_i,$$

де S_{JD} – оклад *Junior Developer*; a_i та b_i – коефіцієнти, які для кожної посади визначаються із табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Посада	Коефіцієнти	
	a_i	b_i
Junior Developer	1	0
Middle Developer	1,5	0
Senior Developer	3	0
Team Lead	3	50
Project Manager	2	0
HR-manager	1,5	50
Architect	4	0
СТО	4	50

Математична модель (цільова функція) задачі має вигляд

$$\Phi ЗП = \sum_{i=1}^n n_i \cdot (a_i \cdot S_{JD} + b_i) = 20000 + 100 \cdot N,$$

де n_i – кількість фахівців i -ої посади.

Порядок виконання роботи

1. Для розв'язку задачі в середовищі MS Excel необхідно створити таблицю, як показано на рис. 1.1.



	A	B	C	D	E	F
1	Штатний розклад ІТ-компанії					
2	Посада	Коефіцієнт A	Коефіцієнт B	Зарплата співробітника	Кількість співробітників	Сумарна зарплата
3	Junior Developer (молодий програміст)	1	0		6	
4	Middle Developer (програміст)	1,5	0		8	
5	Senior Developer (провідний розробник)	3	0		10	
6	Team Lead (керівник групи)	3	50		3	
7	Project Manager (керівник проєктів)	2	0		1	
8	HR-manager (менеджер по роботі з персоналом)	1,5	50		1	
9	Architect (архітектор)	4	0		1	
10	CTO (Chief technology officer - технічний директор)	4	50		1	
11	Фонд заробітної плати за місяць					

Рис. 1.1. Таблиця вихідних даних для задачі складання штатного розкладу

2. В колонки D і F ввести формули для обчислення зарплати співробітників, сумарної зарплати за кожною посадою та фонд заробітної плати ІТ-компанії за місяць.

3. Для визначення базового окладу виконати послідовністю команд: **Данные** → **Работа с данными** → **Анализ «что если»** → **Подбор параметра...** та заповнити діалогове вікно.

4. Отримавши розв'язок, відформатувати результуючі значення.

5. За результатами розв'язку зробити відповідний висновок.

Завдання 1.3. Задача оптимізації штатного розкладу

Для нормальної роботи ІТ-компанії необхідно 5–7 *Junior Developer*, 7–10 *Middle Developer*, 8–12 *Senior Developer*, 3 *Team Lead*, *Project Manager*, *HR-manager*, *Architect* і *CTO*. Загальний місячний фонд заробітної плати повинний бути мінімальним. Необхідно визначити, якими мають бути оклади співробітників ІТ-компанії, за умови, що оклад *Junior Developer* не повинен бути менше $250 + N$ гр.од..

Математична модель (цільова функція) задачі має вигляд

$$\Phi_{ЗП} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot c_i \cdot S_{JD} + b_i \rightarrow \min,$$

де n_i – кількість фахівців i -ої посади.



Порядок виконання роботи

1. Скопіювати таблицю з вихідними даними (рис. 1) на новий лист.
2. Активізувати команду **Поиск решения**.
3. Заповнити діалогове вікно процедури **Поиск решения**, відповідно до умови та мети завдання.
4. Отримати розв'язок та зробити відповідні висновки.

Завдання 1.4. Задача визначення затрат на рекламу

Визначити витрати на рекламу, при яких прибуток від реалізації товару буде максимальним.

Вихідні дані містяться в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Показник	Значення
Сезонний фактор	0,9
Витрати на заробітну плату	$8000+10*N$
Витрати на рекламу	$10000+10*N$
Ціна продукції	$40+0,1*N$
Собівартість продукції	$25+0,1*N$

Порядок виконання роботи

1. Обсяг збуту продукції нелінійно залежить від сезонного фактора і витрат на рекламу (він визначається кількістю проданої продукції)

$$ЗП = 35 \cdot I_C \cdot B_p + 3000 \cdot 0,5,$$

де $ЗП$ – обсяг збуту продукції; I_C – індекс сезонності; B_p – витрати на рекламу.

2. Прибуток з обороту визначається за формулою

$$ПО = ЗП \cdot ЦП,$$

де $ПО$ – прибуток з обороту; $ЦП$ – ціна продукції.

3. Собівартість реалізованої продукції визначається за формулою

$$C_{pn} = ЗП \cdot СП,$$

де C_{pn} – собівартість реалізованої продукції; $СП$ – собівартість продукції.



4. Валовий прибуток визначається за формулою

$$ВП = ПО - C_{pn},$$

де $ВП$ – валовий прибуток.

5. Накладні витрати визначаються за формулою

$$B_H = 0,15 \cdot ПО,$$

де B_H – накладні витрати.

6. Валові витрати визначаються за формулою

$$BB = B_{зП} + B_p + B_H,$$

де BB – валові витрати; $B_{зП}$ – витрати на заробітну плату; B_p – витрати на рекламу.

7. Прибуток від реалізації продукції визначається за формулою

$$П_{pn} = ПВ - BB,$$

де $П_{pn}$ – прибуток від реалізації; $ПВ$ – валовий прибуток.

8. Рентабельність продукції визначається за формулою

$$РП = \frac{П_{pn}}{ПО},$$

де $РП$ – рентабельність продукції.

9. Результати обчислень звести до розрахункової таблиці.

10. Активізувати команду **Поиск решения** та заповнити діалогове вікно, відповідно до умови і мети завдання.

11. Проаналізувати результати розрахунку та зробити відповідний висновок.

12. Змінити значення витрат на рекламу, зменшивши їх на 10%, 20% і 30% відносно витрат на рекламу при яких забезпечується максимальний прибуток від реалізації продукції (рис. 1.2), та визначити відповідні їм нові значення прибутків від реалізації продукції і рентабельності.

	A	B	C	D	E	F
17	Варіант	Початковий	Після оптимізації	0,9*17093,06	0,8*17093,07	0,7*17093,08
18	Витрати на рекламу	10000	17093,06	15383,76	13674,45	11965,14
19	Прибуток від реалізації продукції	14323,97	15093,06	15055,08	14933,79	14716,01
20	Рентабельність	10,0%	8,5%	8,8%	9,2%	9,5%

Рис. 1.2. Порівняльний аналіз затрат на рекламу



13. Проаналізувати результати розрахунків, зробити відповідні висновки та прийняти рішення.

Завдання 1.5. Параметричний аналіз

Підприємство для виробництва трьох видів продукції А, В і С використовує три види основної сировини: ресурс 1, ресурс 2 та ресурс 3. Норми витрат сировини кожного виду для виготовлення 1 т продукції даного виду, місячні запаси сировини кожного виду і ціна реалізації 1 т продукції кожного виду наведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Сировина	Норми витрат сировини (т) на 1 т продукції			Запаси сировини (т)
	А	В	С	
Ресурс 1	$0,4 + 0,01N$	$0,4 + 0,01N$	$0,4 + 0,01N$	$16,5 + K$
Ресурс 2	$0,4 + 0,01N$	$0,2 + 0,01N$	$0,4 + 0,01N$	$15 + K$
Ресурс 3	$0,2 + 0,01N$	$0,4 + 0,01N$	$0,2 + 0,01N$	$12 + K$
Ціна реалізації 1 т продукції (гр. од.)	$300 + K$	$380 + K$	$300 + K$	

Визначити оптимальний місячний план виробництва продукції, який забезпечує максимальну виручку від її реалізації, якщо попит на продукцію забезпечує її реалізацію у будь-якій кількості, а також виконати післяоптимізаційний аналіз та прийняти рішення щодо плану виробництва.

Порядок виконання роботи

1. Скласти математичну модель оптимізаційної задачі для випадку, коли попит на продукцію забезпечує її реалізацію у будь-якій кількості.

2. У середовищі табличного процесора MS Excel побудувати табличну модель сформульованої задачі лінійного програмування.

3. Використовуючи інструмент **Поиск решения** знайти розв'язок задачі.

4. Отримати звіти **Результаты, Устойчивость, Пределы**.



5. Виконати економічну інтерпретацію отриманого розв'язку.

6. За допомогою послідовності команд MS Excel **Данные** → **Работа с данными** → **Анализ «что если»** → **Диспетчер сценариев...** провести дослідження стійкості оптимального розв'язку задачі лінійного програмування:

- до можливих змін коефіцієнтів при невідомих у цільовій функції;
- до можливих змін правої частини обмежень моделі

7. Проаналізувати результати розрахунків, зробити відповідні висновки та прийняти рішення.

Контрольні запитання

1. Які особливості притаманні управлінським рішенням (порівняно з побутовими)?

2. Дайте визначення поняття «критерій».

3. З якою метою рішення підрозділяють на добре та слабоструктуровані?

4. Чому в процесі розробки рішення потрібно дотримуватись певної послідовності етапів?

5. Наведіть приклад такої ситуації, в якій можна пропустити який-небудь з етапів процесу прийняття рішень.

6. Що є підставою для проведення аналізу «що – якщо»?

7. Наведіть схему, що ілюструє роботу ОПР із середовищем моделювання при проведенні аналізу «що – якщо».

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Задачі на прогнозування в управлінні

Мета: навчитись здійснювати прогнозування на основі побудови математичної моделі та з використанням статистичних функцій табличного процесора MS Excel.

Завдання 2.1. Прогнозування на основі побудови математичної моделі

Фірма, яка займається продажем автомобілів, веде облік проданих автомобілів за тижнями. У табл. 2.1 зафіксовані обсяги продаж за останні 6 тижнів. На основі побудованої



математичної моделі спрогнозувати обсяг продаж на найближчі тижні: 10-й тиждень та 15-й тиждень.

Побудувати графік залежності спостережуваних і розрахованих теоретичних значень.

Таблиця 2.1

Дані про продаж автомобілів

Тиждень	1	2	3	4	5	6
Кількість	7+N	12+N	10+N	15+N	12+N	17+N

Порядок виконання роботи

1. Створити таблицю вихідних даних.
2. Прогнозування здійснюється на основі лінійної регресійної моделі, яка має вигляд $Y = b_0 + b_1X + e$. Необхідно підібрати значення параметрів b_0 і b_1 , щоб мінімізувати суму квадратів залишків (різниць спостережуваних та теоретичних значень залежної змінної). Тобто потрібно мінімізувати наступну цільову функцію

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 + b_1 X_i)^2 \rightarrow \min.$$

Приклад створення формули для цільової функції наведено на рис. 2.1.

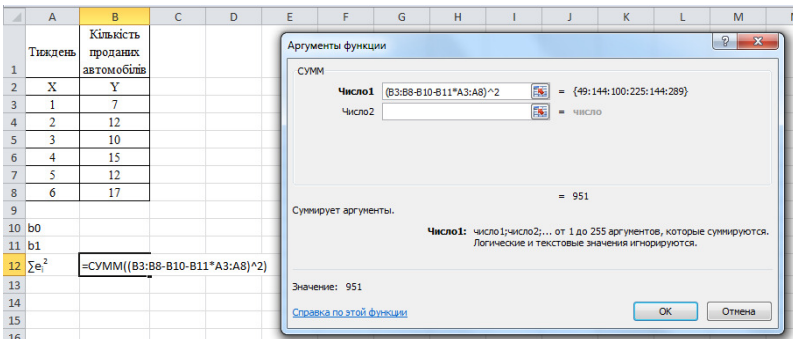


Рис. 2.1. Діалогове вікно функції СУММ, на основі якої здійснюється створення цільової функції



Введення формули завершується натисканням комбінації клавіш **Ctrl+Shift+Enter**, оскільки аргументами функції **СУММ** є масиви значень (рис. 2.2).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Тиждень	Кількість проданих автомобілів
1	
2	X
3	1
4	2
5	3
6	4
7	5
8	6
9	
10	b0
11	b1
12	$\sum e_i^2$
13	

The formula bar shows: $=\text{СУММ}(\{(B3:B8-B10-B11*A3:A8)^2\})$

The result of the formula in cell B12 is 951.

Рис. 2.2. Результат використання функції **СУММ**, яка використовується для створення цільової функції

3. Після цього активізується команда **Поиск решения**.
4. Діалогове вікно процедури **Поиск решения** заповнюється так, як показано на рис. 2.3.

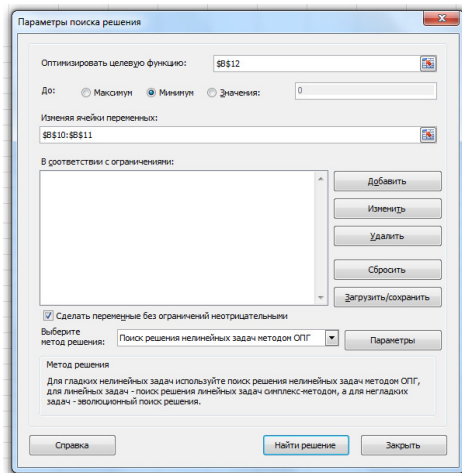


Рис. 2.3. Діалогове вікно **Параметры поиска решений** для визначення параметрів лінійної регресійної моделі



5. Записати оцінену лінійну регресійну модель та оцінене рівняння регресії.

6. На основі оціненого рівняння регресії визначити прогнозні значення обсягів продажу автомобілів для 10-го та 15-го тижнів.

7. За результатами проведених досліджень побудувати графік залежності спостережуваних і розрахованих теоретичних значень.

8. Зробити висновки щодо прогнозування.

Завдання 2.2. Використання статистичних функцій MS Excel для прогнозування

Діяльність деякого підприємства характеризується даними про питому вагу в товарообігу продовольчих товарів (%) та відповідними до них рівнями рентабельності (%). Вхідні дані наведено в табл. 2.2. Необхідно визначити рентабельність при питомій вазі товарообігу продовольчих товарів – 45% та 50%.

Таблиця 2.2

Питома вага продовольчих товарів, %	Рівень рентабельності, %
25,1+0,1·N	4,33+0,01·N
31,9+0,1·N	3,7+0,01·N
5,2+0,1·N	0,63+0,01·N
32,2+0,1·N	3,33+0,01·N
15,1+0,1·N	4,51+0,01·N
31,6+0,1·N	3,1+0,01·N
17+0,1·N	2,86+0,01·N
27,9+0,1·N	2,99+0,01·N
21,9+0,1·N	3,56+0,01·N
36+0,1·N	5,15+0,01·N
24,7+0,1·N	2,2+0,01·N
33,7+0,1·N	3,95+0,01·N
29+0,1·N	3,11+0,01·N
34+0,1·N	4,85+0,01·N
40,5+0,1·N	6,18+0,01·N

Порядок виконання роботи

1. Створити таблицю з вхідними даними.



2. До створеної таблиці додати стовпець для визначення розрахункових значень залежної змінної \hat{Y} (рис. 2.4).

	A	B	C
1	Питома вага продовольчих товарів, %	Рівень рентабельності, %	Тенденція
2	X	Y	Y*
3	25,1	4,33	
4	31,9	3,7	
5	5,2	0,63	
6	32,2	3,33	
7	15,1	4,51	
8	31,6	3,1	
9	17	2,86	
10	27,9	2,99	
11	21,9	3,56	
12	36	5,15	
13	24,7	2,2	
14	33,7	3,95	
15	29	3,11	
16	34	4,85	
17	40,5	6,18	
18	45		
19	50		

Рис. 2.4. Розрахункова таблиця

3. За допомогою функції **ТЕНДЕНЦИЯ** з категорії **Статистические** опції **Мастер функций** визначити прогнозні значення рентабельності при заданих значеннях питомої ваги товарообігу продовольчих товарів.

4. Аналогічно, дану функцію можна застосувати і для визначення розрахункових значень залежної змінної у ретроспективі. Для цього необхідно виділити діапазон клітинок C3:C17. Викликати функцію **ТЕНДЕНЦИЯ** та заповнити лише поля **Известные значения у** і **Известные значения х**. Завершити операцію натисканням комбінації клавіш **Ctrl+Shift+Enter**.

5. За результатами розрахунків будується графік залежності фактичних та розрахункових значень залежної змінної від незалежної. Для цього вихідні дані спочатку ранжуються.

6. Провести аналогічні розрахунки за допомогою функції **РОСТ** з категорії **Статистические** опції **Мастер функций** та



визначити прогнозні і розрахункові значення рентабельності при заданих значеннях питомої ваги товарообігу продовольчих товарів. Побудувати графік залежності фактичних та розрахункових значень рівня рентабельності від питомої ваги товарообігу продовольчих товарів, отриманий на основі функції **РОСТ**.

7. Зробити відповідні висновки.

Контрольні запитання

1. В основі якої зі складових теорії прийняття рішень лежить концепція максимізації очікуваної корисності? Охарактеризуйте основні положення даної концепції.

2. Які методи і моделі використовуються при прийнятті слабоструктурованих рішень? Які з них вважаються найбільш ефективними?

3. Відтворіть хронологію розвитку інформаційних систем від систем обробки операцій до систем підтримки прийняття рішень.

4. Що стало передумовами виникнення СППР?

5. Перелічіть основні характеристики СППР.

6. Які концепції реалізує будь-яка з сучасних СППР?

7. Які покоління СППР виділяють і в чому їх відмінності?

8. Перелічіть основні школи створення СППР.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Прийняття рішень в умовах ризику

Мета: навчитись здійснювати прийняття рішень в умовах ризику.

Завдання 3.1

Перед інвестором стоїть проблема вибору між інвестиційними проектами A_1 , A_2 , A_3 та A_4 . Дані про очікувані річні чисті грошові потоки від реалізації проектів за різних станів розвитку економіки наведені в табл. 3.1.



Таблиця 3.1

Очікуваний стан економічного середовища	Імовірність	Очікувані річні чисті грошові потоки, гр. од., за проектами			
		A_1	A_2	A_3	A_4
S_1	0,35	120+N	180+N	200+N	110+N
S_2	0,40	100+N	100+N	80+N	90+N
S_3	0,25	80+N	60+N	40+N	30+N

Оцінити ступінь ризику запропонованих проектів і визначити з них найбільшою та найменшою мірою ризику.

Порядок виконання роботи

1. Для кожного інвестиційного проекту оцінити значення дисперсії

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 p_i,$$

де \bar{x} – середнє значення очікуваних річних чистих грошових потоків від реалізації проектів, яке визначається за формулою

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

2. Для кожного інвестиційного проекту оцінити величину стандартного відхилення

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 p_i}.$$

3. Для кожного інвестиційного проекту визначити коефіцієнт варіації

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}}.$$

4. Зробити висновки щодо найбільше та найменше ризикованого інвестиційного проекту та прийняти відповідне рішення.



Завдання 3.2

Річні грошові потоки від реалізації трьох проектів за різних варіантів розвитку економічної ситуації наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Варіант розвитку економічної ситуації	Проект					
	A_1		A_2		A_3	
	Імовірність	Річний грошовий потік, тис. грн.	Імовірність	Річний грошовий потік, тис. грн.	Імовірність	Річний грошовий потік, тис. грн.
S_1	0,3	220+N	0,25	300+N	0,35	250+N
S_2	0,4	150+N	0,5	210+N	0,45	160+N
S_3	0,3	100+N	0,25	120+N	0,2	115+N

Оцінити ступені ризику цих проектів і визначити найменш ризиковий.

Порядок виконання роботи

1. Для кожного інвестиційного проекту оцінити значення дисперсії, стандартного відхилення та коефіцієнт варіації (див. завдання 1).

2. Зробити висновки щодо найбільше та найменше ризикованого інвестиційного проекту та прийняти відповідне рішення.

Завдання 3.3

Для покриття додаткових маркетингових витрат окремо на товари A_1 і A_2 (табл. 3.3) необхідно збільшити щомісячні прибутки відповідно на $\Delta x_1 = 2$ і $\Delta x_2 = 3$ тис. грн. од. Визначити, для якого товару ризик покриття додаткових витрат є більшим за умови, що розподіл випадкових значень є нормальним.



Таблиця 3.3

i	Прибутки, тис.грн.	
	A_1	A_2
1	20+N	28+N
2	18+N	30+N
3	17+N	32+N
4	21+N	30+N
5	20+N	31+N
6	22+N	33+N
7	23+N	32+N
8	20+N	32+N

Порядок виконання роботи

1. Для кожного товару визначити середнє значення прибутку

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

а також значення дисперсії

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n},$$

та величину стандартного відхилення

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}.$$

2. Оцінити відхилення від центру розподілу за формулою

$$z = \frac{a - \bar{x}}{\sigma},$$

де $a = \bar{x} + \Delta x$.



3. Обчислити значення функції Лапласа. Для цього спочатку викликати функцію MS Excel **НОРМ.СТ.РАСП** та задати значення аргументу відхилення від центру розподілу **Z** і аргументу **Інтегральная**, яке представляє собою логічне значення, що у випадку повернення інтегральної функції розподілу дорівнює 1 (рис. 1)

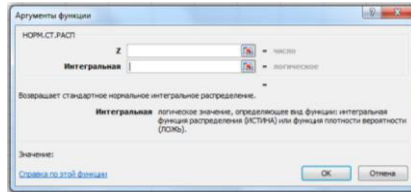


Рис. 3.1. Діалогове вікно функції НОРМ.СТ.РАСП

Після цього, від отриманого значення потрібно відняти 0,5.

Наприклад, для $Z=0,7$ за допомогою функції **НОРМ.СТ.РАСП(0,7;1)** отримаємо значення $\approx 0,758$. Тоді функція Лапласа набуде значення: $\Phi\left(\frac{z}{\sigma}\right) - 0,5 = 0,258$.

4. Визначити ймовірність покриття додаткових маркетингових витрат на товари A_1 і A_2 за формулою

$$P_{\text{кр}} \geq \Phi\left(\frac{z}{\sigma} + \Delta x\right) - 0,5 - \Phi\left(\frac{z}{\sigma}\right)$$

5. Зробити висновки щодо найбільше та найменше ризикованого варіанту та прийняти відповідне рішення.

Контрольні запитання

1. Розкрийте зміст поняття: «прийняття рішень в умовах ризику».

2. Дайте визначення загальної задачі прийняття рішень, задачі прийняття рішень в умовах визначеності, невизначеності та ризику.

3. Яким чином можна класифікувати ситуації прийняття рішень залежно від наявності елементів невизначеності та ризику?

4. Наведіть приклад задачі прийняття рішень в умовах ризику.



5. Перелічить основні фактори ризиків, які зустрічаються при проектуванні та реалізації СППР.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Прийняття рішень в умовах невизначеності та багатокритеріальності

Мета: навчитись здійснювати прийняття рішень в умовах невизначеності та багатокритеріальності.

Завдання 4.1. Прийняття рішень в умовах невизначеності

Навколишнє середовище може перебувати в наступних станах: S_1 – дуже активний стан економіки, S_2 – активний стан економіки, S_3 – середній за активністю стан економіки, S_4 – малоактивний стан економіки, S_5 – дуже малоактивний стан економіки. Стратегії особи, яка приймає рішення (ОПР), полягають у виборі розміру інвестицій в деяке підприємство: A_1 – кошти не інвестуються; A_2 – інвестується 60% планових коштів; A_3 – повна планова інвестиція. Вибираючи одну із можливих стратегій, ОПР отримує в результаті деякий фінансовий виграш (програш), величина якого залежить від стану навколишнього середовища. В залежності від ситуації, інформація про імовірності стану економіки може бути відомою, або ж невідомою.

Необхідно надати рекомендації щодо вибору оптимальної стратегії використовуючи критерії Байеса, Вальда та крайнього оптимізму (табл. 4.1 та табл. 4.2).

Таблиця 4.1

Значення наслідків i -тої альтернативи у випадку настання j -го стану середовища

N	A_1	A_1	A_1	A_1	A_1	A_2	A_2	A_2	A_2	A_2	A_3	A_3	A_3	A_3	A_3
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
1	51	81	121	161	141	111	121	131	101	71	151	141	111	71	41
2	121	161	141	101	71	131	201	161	111	71	131	171	151	111	81
3	91	131	161	121	101	111	121	131	101	61	131	171	141	101	51
4	71	111	151	131	111	111	131	151	121	91	131	171	141	101	51



5	81	101	131	151	121	121	151	131	111	91	131	171	141	121	91
6	58	89	123	155	134	113	129	134	102	71	149	144	115	75	45
7	118	158	143	103	74	129	193	158	110	70	131	171	150	110	78
8	89	129	160	122	102	111	122	133	103	64	131	171	141	101	51
9	72	110	149	133	112	112	133	149	120	91	131	171	141	103	55
10	78	99	130	152	123	120	148	131	110	89	133	168	138	116	86
11	65	97	125	149	127	115	137	137	103	71	147	147	119	79	49
12	115	155	145	105	77	127	185	155	109	69	131	171	149	109	75
13	87	127	159	123	103	111	123	135	105	67	131	171	141	101	51
14	73	109	147	135	113	113	135	147	119	91	131	171	141	105	59
15	75	97	129	153	125	119	145	131	109	87	135	165	135	111	81
16	72	105	127	143	120	117	145	140	104	71	145	150	123	83	53
17	112	152	147	107	80	125	177	152	108	68	131	171	148	108	72
18	85	125	158	124	104	111	124	137	107	70	131	171	141	101	51
19	74	108	145	137	114	114	137	145	118	91	131	171	141	107	63
20	72	95	128	154	127	118	142	131	108	85	137	162	132	106	76
21	79	113	129	137	113	119	153	143	105	71	143	153	127	87	57
22	109	149	149	109	83	123	169	149	107	67	131	171	147	107	69
23	83	123	157	125	105	111	125	139	109	73	131	171	141	101	51
24	75	107	143	139	115	115	139	143	117	91	131	171	141	109	67
25	69	93	127	155	129	117	139	131	107	83	139	159	129	101	71

Таблиця 4.2

Імовірності станів бізнес-середовища

N	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
1	0,10	0,45	0,35	0,08	0,02
2	0,05	0,40	0,30	0,20	0,05
3	0,08	0,30	0,45	0,12	0,05
4	0,04	0,25	0,40	0,20	0,11
5	0,12	0,35	0,25	0,20	0,08
6	0,10	0,45	0,35	0,08	0,02
7	0,05	0,39	0,32	0,19	0,05
8	0,08	0,30	0,45	0,12	0,05
9	0,05	0,25	0,39	0,20	0,11
10	0,12	0,36	0,26	0,19	0,07



11	0,09	0,44	0,34	0,10	0,03
12	0,06	0,38	0,33	0,18	0,05
13	0,07	0,29	0,44	0,14	0,06
14	0,06	0,27	0,37	0,20	0,10
15	0,11	0,37	0,27	0,18	0,07
16	0,08	0,44	0,34	0,12	0,02
17	0,06	0,37	0,35	0,17	0,05
18	0,07	0,29	0,44	0,14	0,06
19	0,06	0,28	0,36	0,20	0,10
20	0,12	0,38	0,28	0,16	0,06
21	0,08	0,43	0,33	0,13	0,03
22	0,06	0,36	0,36	0,17	0,05
23	0,06	0,28	0,43	0,15	0,08
24	0,07	0,29	0,34	0,20	0,10
25	0,11	0,39	0,29	0,15	0,06

Порядок виконання роботи

1. Модель прийняття рішень на основі критерію Байєса має вигляд

$$A_B = \arg \max_i K_i,$$
$$K_i = \sum_j Y_{ij} P_j. \quad (4.1)$$

2. Модель прийняття рішень на основі критерію Вальда має вигляд

$$A_B = \arg \max_i K_i,$$
$$K_i = \min_j Y_{ij}. \quad (4.2)$$

3. Модель прийняття рішень на основі критерію крайнього оптимізму має вигляд

$$A_{opt} = \arg \max_i K_i,$$
$$K_i = \max_j Y_{ij}. \quad (4.3)$$



4. Провести розрахунки за критеріями Байеса, Вальда та крайнього оптимізму, зробити висновки та прийняти рішення щодо вибору оптимальної стратегії.

Завдання 4.2. Прийняття рішень в умовах багатокритеріальності

Варіанти 1–12. ІТ-компанія «Solution» шукає нового HR-менеджера для філіалу своєї компанії. Начальник відділу кадрів надав керівнику компанії інформацію про 5 кандидатур, охарактеризувавши їх за чотирма критеріями: K1, K2, K3 та K4. Оцінку даних якостей було здійснено за 10-бальною шкалою (табл. 4.3). Оцінки важливості цих критеріїв з погляду досягнення загальної мети наступні: $V_1=0.15$, $V_2=0.30$, $V_3=0.30$, $V_4=0.25$. Застосувавши критерій сумарної ефективності, допоможіть керівнику компанії прийняти рішення та здійснити гідний вибір HR-менеджера.

Таблиця 4.3

Варіант	Альтернативи	Критерії			
		K1	K2	K3	K4
1	1	1	7	5	6
	2	2	5	7	9
	3	3	8	3	2
	4	4	6	5	6
	5	5	9	6	4
2	1	1	7	5	8
	2	2	5	3	7
	3	3	6	9	2
	4	4	5	6	9
	5	5	7	4	6
3	1	1	6	4	8
	2	2	4	2	5
	3	3	7	6	1
	4	4	5	4	5
	5	5	8	5	3
4	1	1	6	4	7
	2	2	4	2	6
	3	3	5	8	8



	4	4	4	5	1
	5	5	6	3	5
5	1	2	8	6	7
	2	3	6	8	10
	3	4	9	4	3
	4	5	7	6	7
	5	6	10	7	5
6	1	2	8	6	9
	2	3	6	4	8
	3	4	7	10	3
	4	5	6	7	10
	5	6	8	5	7
7	1	2	7	5	9
	2	3	5	3	6
	3	4	8	7	2
	4	5	6	5	6
	5	6	9	6	4
8	1	2	7	5	8
	2	3	5	3	7
	3	4	6	9	9
	4	5	5	6	2
	5	6	7	4	6
9	1	0	6	4	5
	2	1	4	6	8
	3	2	7	2	1
	4	3	5	4	5
	5	4	8	5	3
10	1	0	6	4	7
	2	1	4	2	6
	3	2	5	8	1
	4	3	4	5	8
	5	4	6	3	5
11	1	0	5	3	7
	2	1	3	1	4
	3	2	6	5	0
	4	3	4	3	4



	5	4	7	4	2
12	1	0	5	3	6
	2	1	3	1	5
	3	2	4	7	7
	4	3	3	4	0
	5	4	5	2	4

Варіанти 13–25. Директор фірми ВАТ «Інтеграл» шукає нового секретаря-референта для головного офісу фірми. Начальник відділу кадрів надав директору інформацію про 5 кандидатур, охарактеризувавши їх за трьома критеріями: К1, К2 та К3. Оцінку даних якостей було здійснено за 10-бальною шкалою (табл. 4.4). Оцінки важливості цих критеріїв з погляду досягнення загальної мети наступні: $V_1=0.25$, $V_2=0.40$, $V_3=0.35$. Застосувавши критерій сумарної ефективності, допоможіть керівнику фірми ВАТ «Інтеграл» прийняти рішення та здійснити гідний вибір секретаря-референта.

Таблиця 4.4

Варіант	Альтернативи	Критерії		
		К1	К2	К3
13	1	6	7	4
	2	5	3	8
	3	3	8	7
	4	9	3	6
	5	4	6	9
14	1	6	5	3
	2	7	3	8
	3	4	8	7
	4	3	6	9
	5	6	9	4
15	1	7	8	5
	2	6	4	9
	3	4	9	8
	4	10	4	7
	5	5	7	10
16	1	5	6	3



	2	4	2	7
	3	2	7	6
	4	8	2	5
	5	3	5	8
17	1	7	6	4
	2	8	4	9
	3	5	9	8
	4	4	7	10
	5	7	10	5
18	1	5	4	2
	2	6	2	7
	3	3	7	6
	4	2	5	8
	5	5	8	3
19	1	4	5	2
	2	3	1	6
	3	1	6	5
	4	7	1	4
	5	2	4	7
20	1	4	3	1
	2	5	1	6
	3	2	6	5
	4	1	4	7
	5	4	7	2
21	1	5	6	3
	2	4	2	7
	3	2	7	6
	4	8	2	5
	5	3	5	8
22	1	3	4	1
	2	2	0	5
	3	0	5	4
	4	6	0	3
	5	1	3	6
23	1	5	4	2
	2	6	2	7



	3	3	7	6
	4	2	5	8
	5	5	8	3
24	1	3	2	0
	2	4	0	5
	3	1	5	4
	4	0	3	6
	5	3	6	1
25	1	2	3	4
	2	7	5	6
	3	5	3	9
	4	8	7	9
	5	5	6	2

Порядок виконання роботи

1. Модель прийняття рішень в умовах багатокритеріальності, заснована на критерії сумарної ефективності, має вигляд

$$A_{CE} = \arg \max_i K_i, \quad (4.4)$$
$$K_i = \sum_j F_{ij} V_j.$$

2. Провести розрахунки, зробити висновки та прийняти рішення щодо вибору оптимальної альтернативи.

Контрольні запитання

1. Наведіть формули, за якими розраховуються альтернативи, оптимальні за критеріями Байеса, Вальда та критерієм оптимізму. В яких випадках кожна з них дає найкращий результат?

2. Розкрийте сутність базової моделі прийняття рішень в умовах багатокритеріальності. У чому полягає критерій сумарної ефективності?

3. Які моделі містить у собі база моделей?

4. Перелічіть основні функції СУБМ.

5. Дайте коротку характеристику основних типів архітектури СППР.

6. У чому схожість і відмінність між СУБД і СУБМ?



7. Наведіть базові компоненти СППР і визначте їх призначення.

8. Перелічіть фактори, що обумовлюють вимоги до побудови інтерфейсу “користувач – система”.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Розв’язання задачі вибору альтернатив в умовах визначеності

Мета: навчитись використовувати метод аналізу ієрархій (МАІ) для прийняття рішення в умовах визначеності.

Завдання 5.1

Розглянути проблему знаходження найкращого варіанта вибору ОПР (табл. 5.1) з деякої множини припустимих альтернатив. Кількість факторів – від 2 до 3, кількість критеріїв вибору – від 7 до 9, кількість альтернатив – 3. Перелік факторів, критеріїв вибору та альтернатив задати самостійно.

Таблиця 5.1

Варіант	Вибір
1	Вибір заміського будинку для придбання у власність
2	Вибір автомобіля
3	Вибір квартири для придбання у власність
4	Вибір місця роботи
5	Вибір туристичної фірми
6	Вибір санаторію
7	Купівля холодильника
8	Вибір бухгалтерської програми з розрахунку заробітної плати
9	Вибір банку для відкриття депозиту
10	Вибір садової ділянки для придбання у власність
11	Вибір місця літнього відпочинку
12	Вибір монітора
13	Вибір ноутбука
14	Вибір телевізора
15	Вибір пилосмока



16	Вибір фільтра для води
17	Вибір ВНЗ
18	Вибір ресторану для святкування ювілею
19	Вибір курсів з підвищення кваліфікації
20	Вибір мобільного телефону
21	Вибір принтера
22	Купівля пральної машини
23	Вибір закордонної подорожі
24	Купівля електро/газо плити
25	Вибір туристичного маршруту

Порядок виконання роботи

1. Розв'язання задачі складається з кількох етапів.

На *першому етапі* визначається відносна важливість (цінність) кожної альтернативи вибору (табл. 5.1) з урахуванням заданих факторів. Зазначені фактори можуть бути агреговані, тобто об'єднані в групи, що утворюють елементи ієрархії більш високого рівня, наприклад такі, як:

- фактор 1 (F_1),
- фактор 2 (F_2),
- фактор 3 (F_3),

де структуровані фактори можуть містити в собі наступні набори локальних критеріїв:

- Фактор 1 (F_1) = (Критерій вибору 1 (K_1), Критерій вибору 2 (K_2), Критерій вибору 5 (K_5));
- Фактор 2 (F_2) = (Критерій вибору 4 (K_4), Критерій вибору 6 (K_6));
- Фактор 3 (F_3) = (Критерій вибору 3 (K_3), Критерій вибору 7 (K_7), Критерій вибору 8 (K_8), Критерій вибору 9 (K_9)).

Приклад структури факторів та їх ієрархія за корисністю наведені на рис. 5.1.



Рівень 1

Рівень 2

Рівень 3

Рівень 4

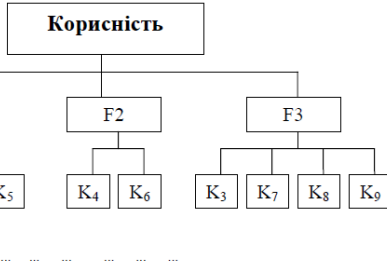


Рис. 5.1. Ієрархія факторів, що впливають на оцінку корисності (А, Б, В – варіанти альтернатив)

На *другому етапі* розв'язання формуються оцінки відносної вагомості факторів на кожному рівні ієрархії. Така оцінка може виконуватись експертним шляхом, на базі використання методу парних порівнянь суб'єктивних суджень, що відбивають оцінку важливості факторів, відповідно до критеріїв, наведених у табл. 5.2. Парні порівняння виконуються між всіма елементами відповідного рівня ієрархії.

Таблиця 5.2

Шкала відносної важливості факторів за Саати

Ступінь важливості	Визначення	Пояснення і рекомендації щодо використання
1	Об'єкти рівноцінні	Обидва об'єкти рівноцінні між собою за переважністю
2	Слабкий ступінь переваги	Проміжна межа між рівноцінною та середньою перевагою
3	Один об'єкт дещо переважніший за інший	Існують певні підстави вважати перший об'єкт дещо кращим за інший
4	Переважність вище середньої	Проміжна межа між середньою та помірно сильною перевагою
5	Один об'єкт кращий за інший	Існують підстави вважати один об'єкт кращим за інший



6	Сильна перевага	Проміжна межа між помірно сильною та дуже сильною перевагою
7	Один об'єкт значно кращий за інший	Існують вагомі підстави вважати перший об'єкт кращим за інший
8	Дуже-дуже сильна перевага	Проміжна межа між дуже сильною та абсолютною перевагою
9	Один об'єкт є абсолютно кращим за переважністю у порівнянні з іншим	Переважність одного об'єкта у порівнянні з іншим не викликає жодних сумнівів

Для визначення корисності вибору (табл. 5.1) парному порівнянню підлягають наступні агреговані фактори: F_1 , F_2 , F_3 . Можна задати на множині факторів їх ранжирування у порядку убудання важливості, побудувавши трикутну матрицю парних порівнянь, елементи якої розташовуються в її правій верхній частині.

Для оцінок можуть використовуватися цілі або дробові числа. Наприклад можна припустити, що фактори упорядковані таким чином: фактор 1 вважається істотно переважнішим, ніж фактор 2, і значно переважнішим, ніж фактор 3, а фактор 2 вважається помірковано важливішим, ніж фактор 3. Формальний запис переваг буде таким

$$F_1 \gg F_2, F_1 \gg \gg F_3, F_2 \gg F_3.$$

2. Технологія розв'язання задачі в середовищі MS Excel полягає у побудові структур розроблених таблиць, що використовуються для вибору оптимального рішення.

Блоки комірок для побудови матриць рішення є наступними:

- набір критеріїв вибору (*перший етап*).
- шкала відносної важливості для проведення попарних порівнянь (табл. 5.2).
- узгальнена таблиця попарних порівнянь (рис. 5.2).



д) таблиці парних порівнянь за факторами F_1 , F_2 та F_3 (рис. 5.3).

е) матриця пріоритетів за альтернативами вибору (рис. 5.4).

ф) матриця узагальнених пріоритетів (функцій корисності) за альтернативами вибору (рис. 5.5).

Приклад заповнення матриці парних порівнянь, та обчислення вагових коефіцієнтів наведено на рис. 5.2.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Узагальнена таблиця попарних порівнянь							
2		Початкова матриця			Нормалізована матриця			Середнє значення
3		F1	F2	F3	F1	F2	F3	
4	F1	1	5	9	0,763	0,789	0,692	0,748
5	F2	0,2	1	3	0,153	0,158	0,231	0,180
6	F3	0,111	0,333	1	0,085	0,053	0,077	0,071
7	УСЬОГО	1,311	6,333	13				1

Рис. 5.2. Узагальнена таблиця парних порівнянь

4. Для заповнення проміжних таблиць пріоритетів використовуються наступні формули: за рядками УСЬОГО – функція MS Excel **СУММ**; для обчислення середнього за рядком – функція MS Excel **СРЗНАЧ**; для розрахунку вагового коефіцієнта – процедуру композиції у вигляді добутку пріоритету даного рівня на відповідне значення пріоритету більш високого рівня.

5. Для визначення відносної оцінки важливості кожного компонента матриці парних порівнянь останню потрібно доповнити симетричними дробовими оцінками для подання в нормалізованому вигляді, як це показано на рис. 5.2. Відносна оцінка важливості знаходиться шляхом нормалізації будь-якого стовпчика, тобто діленням значення кожного компонента стовпчика на підсумок за стовпчиком. Усреднюючи отримані значення за рядками, можна визначити значення локальних пріоритетів, які в сумі дають так званий вектор локальних пріоритетів. У прикладі, наведеному на рис. 5.2, вектор локальних пріоритетів, отриманий на основі середніх значень, буде мати вигляд

$$\sum F_i = 0,748 * F_1 + 0,180 * F_2 + 0,071 * F_3.$$



Отримані результати означають, що фактор F_1 має оцінку пріоритету 0,748, фактор F_2 – 0,180, а фактор F_3 – 0,071 щодо глобального критерію.

6. Аналогічні процедури використовуються для визначення відносних ваг елементів наступного рівня ієрархії. Процедура парного порівняння виконується для кожної гілки ієрархії (рис. 5.3). В даному прикладі є одна матриця парних порівнянь із трьох елементів 2-го рівня (узагальнена таблиця парних порівнянь) і три матриці з різним числом елементів на 3-ому рівні (таблиці парних порівнянь за факторами F_1 , F_2 , F_3).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
9	Таблиця парних порівнянь за фактором F_1											
10	Початкова матриця			Нормалізована матриця			Середнє значення	Ваговий коефіцієнт				
11		K1	K2	K5	K1	K2	K5					
12	K1	1	3	5	0,652	0,667	0,625	0,648	0,485			
13	K2	0,333	1	2	0,217	0,222	0,250	0,230	0,172			
14	K5	0,2	0,5	1	0,130	0,111	0,125	0,122	0,091			
15	УСЬОГО	1,533	4,5	8					0,748			
16												
17	Таблиця парних порівнянь за фактором F_2											
18	Початкова матриця		Нормалізована матриця		Середнє значення	Ваговий коефіцієнт						
19		K4	K6	K4	K6							
20	K4	1	3	0,75	0,75	0,75	0,135					
21	K6	0,333	1	0,25	0,25	0,25	0,045					
22	УСЬОГО	1,333	4				0,180					
23												
24	Таблиця парних порівнянь за фактором F_3											
25	Початкова матриця				Нормалізована матриця				Середнє значення	Ваговий коефіцієнт		
26		K3	K7	K8	K9	K3	K7	K8	K9			
27	K3	1	3	5	7	0,597	0,632	0,612	0,389	0,557	0,040	
28	K7	0,333	1	2	4	0,199	0,211	0,245	0,222	0,219	0,016	
29	K8	0,2	0,5	1	6	0,119	0,105	0,122	0,333	0,170	0,012	
30	K9	0,143	0,25	0,167	1	0,085	0,053	0,020	0,056	0,053	0,004	
31	УСЬОГО	1,676	4,75	8,167	18						0,071	
32												

Рис. 5.3. Таблиці парних порівнянь за факторами F_1 , F_2 , F_3

7. Для визначення вектора локальних пріоритетів при парних порівняннях критеріїв K_1 , K_2 і K_5 , ієрархічно підлеглих факторові F_1 , необхідно доповнити і нормалізувати матрицю за вищевикладеною схемою.

Вектор пріоритетів буде мати вигляд

$$\text{Фактор } (F_1) = 0,648 \cdot K_1 + 0,230 \cdot K_2 + 0,122 \cdot K_5.$$

Потім результати обчислень повинні бути помножені на 0,748 (значення локального пріоритету фактора F_1 , обчисленого на попередньому рівні – рис. 5.2). Тобто, значення вагового коефіцієнта критерію K_1 буде обчислено в такий спосіб:



$$a=0,748*0,648=0,485.$$

Інші коефіцієнти визначаються аналогічно. Проведені обчислення дають можливість на основі аналізу чотирьох матриць парних порівнянь визначити значення всіх коефіцієнтів.

8. Для елементів 4-го рівня будується дев'ять матриць з розмірністю, що дорівнює кількості знайдених варіантів вибору (рис. 5.4).

9. Заключна функція глобального пріоритету, отримана за допомогою даного методу, має вигляд

$$\text{КОРИСНІСТЬ} = a*K_1 + b*K_2 + c*K_5 + d*K_4 + e*K_6 + f*K_3 + \\ + g*K_7 + h*K_8 + i*K_9.$$

Відносні ваги (пріоритети) a, b, c і т.д. розраховуються як добутки ваг елементів відповідного ієрархічного ланцюжка, що веде від даного елемента 3-го рівня до центрального елемента 1-го рівня.

Усі попередні міркування не враховували конкретних варіантів знайдених альтернатив, з яких необхідно зробити вибір. Для цього потрібно перейти до розгляду елементів 4-го рівня, а саме: розглянути характеристику конкретних альтернатив.

Необхідно додатково побудувати дев'ять матриць парного порівняння (відповідно до кількості факторів 3-го рівня), приклад наведено на рис. 5.4. Розмірність цих матриць визначається кількістю обраних альтернатив (у випадку, що розглядається, трьох знайдених варіантів: А, Б і В). У кожній з цих матриць відображаються судження про переваги того або іншого варіанта щодо факторів.

10. Отримані локальні пріоритети зважуються за значимістю факторів, тобто значення кожного стовпчика векторів локальних пріоритетів (праворуч від кожної матриці парних порівнянь) множиться на пріоритет відповідного фактора (рис. 5.4) і заносяться до результуючої таблиці та сумуються (рис. 5.5).

Узагальнений (або глобальний) пріоритет для кожної альтернативи розраховується з використанням функції MS Excel СУММ.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
33	Матриця пріоритетів за альтернативами вибору								
34	K1	A	B	B	Нормалізована матриця			Пріоритет	Ваговий коефіцієнт
35	A	1	0,333	0,2	0,111	0,077	0,130	0,106	0,051
36	B	3	1	0,333	0,333	0,231	0,217	0,260	0,126
37	B	5	3	1	0,556	0,692	0,652	0,633	0,307
38	УСЬОГО	9	4,333	1,533					
39	K2	A	B	B	Нормалізована матриця			Пріоритет	Ваговий коефіцієнт
40	A	1	3	5	0,652	0,692	0,556	0,633	0,109
41	B	0,333	1	3	0,217	0,231	0,333	0,260	0,045
42	B	0,2	0,333	1	0,130	0,077	0,111	0,106	0,018
43	УСЬОГО	1,533	4,333	9					
44	K5	A	B	B	Нормалізована матриця			Пріоритет	Ваговий коефіцієнт
45	A	1	7	5	0,745	0,636	0,789	0,724	0,029
46	B	0,143	1	0,333	0,106	0,091	0,053	0,083	0,003
47	B	0,2	3	1	0,149	0,273	0,158	0,193	0,008
48	УСЬОГО	1,343	11	6,333					
49	K4	A	B	B	Нормалізована матриця			Пріоритет	Ваговий коефіцієнт
50	A	1	5	7	0,745	0,789	0,636	0,724	0,098
51	B	0,2	1	3	0,149	0,158	0,273	0,193	0,026
52	B	0,143	0,333	1	0,106	0,053	0,091	0,083	0,011
53	УСЬОГО	1,343	6,333	11					
54	K6	A	B	B	Нормалізована матриця			Пріоритет	Ваговий коефіцієнт
55	A	1	3	9	0,692	0,714	0,600	0,669	0,061
56	B	0,333	1	5	0,231	0,238	0,333	0,267	0,024
57	B	0,111	0,2	1	0,077	0,048	0,067	0,064	0,006
58	УСЬОГО	1,444	4,2	15					
59	K3	A	B	B	Нормалізована матриця			Пріоритет	Ваговий коефіцієнт
60	A	1	7	3	0,677	0,840	0,429	0,649	0,029
61	B	0,143	1	3	0,097	0,120	0,429	0,215	0,010
62	B	0,333	0,333	1	0,226	0,040	0,143	0,136	0,006
63	УСЬОГО	1,476	8,333	7					
64	K7	A	B	B	Нормалізована матриця			Пріоритет	Ваговий коефіцієнт
65	A	1	3	5	0,652	0,692	0,556	0,633	0,010
66	B	0,333	1	3	0,217	0,231	0,333	0,260	0,004
67	B	0,2	0,333	1	0,130	0,077	0,111	0,106	0,002
68	УСЬОГО	1,533	4,333	9					
69	K8	A	B	B	Нормалізована матриця			Пріоритет	Ваговий коефіцієнт
70	A	1	1	3	0,429	0,429	0,429	0,429	0,005
71	B	1	1	3	0,429	0,429	0,429	0,429	0,005
72	B	0,333	0,333	1	0,143	0,143	0,143	0,143	0,002
73	УСЬОГО	2,333	2,333	7					
74	K9	A	B	B	Нормалізована матриця			Пріоритет	Ваговий коефіцієнт
75	A	1	7	9	0,797	0,840	0,692	0,777	0,003
76	B	0,143	1	3	0,114	0,120	0,231	0,155	0,001
77	B	0,111	0,333	1	0,089	0,040	0,077	0,069	0,000
78	УСЬОГО	1,254	8,333	13					

Рис. 5.4. Матриця пріоритетів по альтернативам вибору



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
80	Матриця узагальнених пріоритетів (функцій корисності) за альтернативами вибору										
81		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	усього
82		K1	K2	K5	K4	K6	K3	K7	K8	K9	
83	A	0,051	0,109	0,029	0,098	0,061	0,029	0,010	0,005	0,003	0,396
84	B	0,126	0,045	0,003	0,026	0,024	0,010	0,004	0,005	0,001	0,245
85	B	0,307	0,018	0,008	0,011	0,006	0,006	0,002	0,002	0,000	0,360
86											1

Рис. 5.5. Узагальнені пріоритети за варіантами вибору

Таким чином, вектор узагальнених пріоритетів для прикладу, що розглядається, дорівнює

$$Y = 0,396 * A + 0,245 * B + 0,360 * B.$$

Для виявлення найбільш бажаного варіанту вибору обирається стратегія максимізації функції корисності

$$Y_{opt} = \max(F_A, F_B, F_V) = \max(0,396 ; 0,245 ; 0,360) = 0,396,$$

де F_A , F_B , F_V – сумарні пріоритети для альтернатив А, Б і В, отримані у вигляді суми локальних пріоритетів (локальних функцій корисності).

Для реалізації стратегії вибору використовується принцип максимізації узагальненого пріоритету. Вибір здійснюється з використанням функції MS Excel **МАКС**. Таким чином, найбільш бажаним варіантом вибору, що має найбільший загальний пріоритет (0,396), є альтернатива А. У результаті отримано не тільки ранжирування альтернатив (А, Б, В), але й значення пріоритету, що відбиває корисність кожної альтернативи.

11. Виконати лабораторну роботу відповідно до варіанту (табл. 5.1) та зробити відповідні висновки.

Контрольні запитання

1. Дайте означення матриці парних порівнянь.
2. Як інтерпретуються елементи матриці парних порівнянь?
3. Дайте визначення ієрархії, структури, мети, критерію, під критерію, альтернативи, переваги.
4. Дайте визначення шкали відношень, попарних порівнянь, матриці попарних порівнянь, узгодженості міркувань.
5. Який тип ієрархії використовується в МАІ?
6. Для чого використовуються шкали відносин?



7. Опишіть метод парного порівняння альтернатив.
8. Сформулюйте етап одержання глобального та локального векторів пріоритетів.
9. Сформулюйте етап оцінки узгодженості ієрархії.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Імітаційне моделювання прийняття управлінських рішень

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

Завдання 6.1. Імітаційне моделювання діяльності підприємства

Планується відкриття підприємства, яке буде займатися виробництвом і продажем деякої продукції. Використовуючи вбудовані функції табличного процесора MS Excel, побудувати імітаційну модель майбутнього підприємства. Знайти прибуток підприємства від виробництва та продажу продукції, якщо відомо наступні дані (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Вхідні дані

Показник	Значення	
Ціна 1 виробу	250+N	
Діапазон витрат праці на 1 виріб	min	33+0,2N
	max	37+0,2N
Діапазон витрат на комплектуючі для 1 виробу	min	80+N
	max	100+N
Діапазон витрат на рекламу	min	500000+100N
	max	1000000+100N
Середнє значення кількості проданих виробів	15000+N	
Стандартне відхилення кількості проданих виробів	3000+N	



Порядок виконання роботи

1. Побудувати таблицю вхідних даних і підготувати таблицю для імітаційної моделі.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Імітаційна модель виробництва та продажу виробів								
2	Вхідні дані								
3	Ціна 1 виробу								
4	Діапазон витрат праці на 1 виріб								
5	Діапазон витрат на комплектуючі для 1 виробу								
6	Діапазон витрат на рекламу								
7	Середнє значення кількості проданих виробів								
8	Стандартне відхилення кількості проданих виробів								
9									
10	№ спостереження	Витрати праці на 1 виріб	Витрати на комплектуючі для 1 виробу	Витрати на рекламу	Ймовірність	Кількість проданих виробів	Загальний дохід	Загальні витрати	Прибуток
11	1								
12	2								
13	3								
14	4								
15	5								
16	6								
17	7								
18	8								
19	9								
20	10								
21									

Рис. 6.1. Таблиця вхідних даних та для імітаційного моделювання

2. Заповнити стовпчики «Витрати праці на 1 виріб», «Витрати на комплектуючі для 1 виробу», «Витрати на рекламу» та «Ймовірність», використовуючи інструмент **Генератор случайных чисел** пакету **Анализ данных** при рівномірному розподілі.

3. Для визначення кількості проданих виробів необхідно застосувати функцію MS Excel **НОРМОБР**, для якої необхідно задати значення ймовірності із стовпчика E (рис. 1), та середнє значення і стандартне відхилення кількості проданих виробів (табл. 6.1).

4. Загальний дохід визначається за флорулою

$$D = Q \times P, \quad (6.1)$$

де Q – кількість проданих виробів; P – ціна 1 виробу.

5. Загальні витрати обчислюються за формулою

$$B = B_n + B_k \times Q + B_p, \quad (6.2)$$

де B_n – витрати праці на 1 виріб; B_k – витрати на комплектуючі на 1 виріб; B_p – витрати на рекламу.

6. Прибуток визначається за флорулою



$$П = Д - В . \quad (6.3)$$

7. Результати імітаційного експерименту для випадку рівномірного розподілу необхідно доповнити регресійним аналізом та зробити відповідні висновки.

8. На листку 2 цього файлу повторити процедуру імітаційного моделювання при нормальному розподілі.

9. Аналогічно заповнити стовпчики «Витрати на комплектуючі для 1 виробу», «Витрати на рекламу» та «Ймовірність», використовуючи інструмент **Генератор случайных чисел** пакету **Анализ данных** при нормальному розподілі задавши середні значення відповідних показників та підібравши відповідні стандартні відхилення. Наприклад, для змінної «Витрати на комплектуючі для 1 виробу» стандартне відхилення може мати значення 5, для «Витрат на рекламу» – 1000, для «Ймовірності» – 0,1.

10. Результати імітаційного експерименту для випадку нормального розподілу необхідно доповнити регресійним аналізом та зробити відповідні висновки.

11. Порівняти результати дослідження при різних розподілах та прийняти рішення.

Завдання 6.2. Аналіз чутливості фінансових показників підприємства

Відомо, що підприємство займається виробництвом і продажем виробів при наступних умовах (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Вхідні дані

Витрати праці на 1 виріб	35+0,2N
Витрати на комплектуючі для 1 виробу	100+N
Витрати на рекламу	1000000+100N
Кількість проданих виробів	15000+10N
Ціна виробу	250+N

Необхідно:

1) Знайти загальний дохід і загальні витрати, а також прибуток від продажу виробів.

2) Варіюючи значення кількості проданих виробів від



10000+10N до 20000+10N штук з кроком 2000 і, використовуючи таблицю підстановки, отримати значення прибутку.

3) створити точкову діаграму аналізу чутливості прибутку до кількості проданих виробів.

Порядок виконання роботи

1. Побудувати таблицю вхідних даних та створити таблицю підстановки (рис. 6.2).

	A	B	C	D
1	Аналіз чутливості прибутку			
2	Вхідні дані			
3	Витрати праці на 1 виріб			
4	Витрати на комплектуючі для 1 виробу			
5	Витрати на рекламу			
6	Кількість проданих виробів			
7	Ціна 1 виробу			
8	Розрахункові значення			
9	Загальний дохід			
10	Загальні витрати			
11				
12			Таблиця підстановок	
13				Прибуток
14			Кількість проданих виробів	
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Рис. 6.2. Таблиці вхідних даних та підстановок для аналізу чутливості прибутку підприємства

2. Ввести формулу для визначення величини прибутку (6.3).

4. Виконати розрахунок прибутку в залежності від кількості проданих виробів з кроком 2000. Для цього необхідно спочатку виділити діапазон клітинок C14:D20 і виконати послідовність команд **Данные** → **Анализ «что если»** → **Таблица данных** та заповнити діалогове вікно.

5. За результатами отриманих значень побудувати точкову діаграму аналізу чутливості прибутку до кількості проданих виробів.



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

7. Зробити висновки та прийняти рішення.

Контрольні запитання

1. Яке місце займає імітаційне моделювання серед різноманітних інструментів, що входять до складу СППР?

2. Які основні напрямки прийняття рішень виділяють за результатами імітаційного моделювання?

3. У чому сутність технології проведення сценарного дослідження на імітаційній моделі в процесі прийняття рішення?

4. В яких СППР застосування імітаційного моделювання є найбільш результативним?

5. Які технології Data Mining застосовуються при формуванні базової імітаційної моделі?

6. Опишіть схему створення СППР на основі нейронних мереж.