

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЙНИЙ НІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Кафедра комп'ютерних наук

# **ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

методичні вказівки  
для виконання лабораторної роботи  
**«Функція корисності»**  
для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 122  
«Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

Мелітополь  
2018

**Функція корисності.** Методичні вказівки до лабораторної роботи з дисципліни «Системний аналіз та моделювання систем» для здобувачів ступеня вищої освіти Бакалавр зі спеціальності 122 «Комп’ютерні науки та інформаційні технології» - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2018 – 23 с.

Розробили: д.т.н., проф. Малкіна В.М., ст. викл. Зінов’єва О.Г.

Рецензент: к.т.н., доц. Щербіна В.М.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри

«\_27\_» \_березня\_\_2018\_р. Протокол № \_15\_\_\_\_\_

Затверджено методичною комісією факультету ІКТ

«\_29\_» \_\_березня\_\_ 2018\_р. Протокол № \_7\_

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Лабораторна робота .....	5
1.1 Порядок виконання роботи .....	5
1.2 Завдання для самопідготовки.....	5
1.3 Теоретичні відомості .....	5
1.4 Практична частина .....	8
1.4.1 Контрольний приклад.....	8
1.5 Завдання для самостійної роботи .....	16
1.6 Контрольні питання .....	17
Список літератури.....	18

## ВСТУП

Дані методичні вказівки є керівництвом для проведення лабораторних занять з курсу “Теорія прийняття рішень” для студентів факультету Інженерії та комп’ютерних технологій очної форми навчання.

Метою методичних вказівок є самостійне вивчення студентами теоретичного матеріалу і придбання практичних навичок для розв’язання задач.

Необхідність написання даних методичних вказівок обумовлена дефіцитом довідкової і навчальної літератури по теорії прийняття рішень.

В результаті студент повинен навчитися будувати функцію корисності.

Лабораторна робота містить основні теоретичні відомості, контрольний приклад та задачі для самостійної роботи.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

**Тема:** Функція корисності

**Мета:** 1) Навчити будувати адитивну функцію корисності.

**Час:** 2 год.

### 1.1 Порядок виконання роботи

- Проробити практичну частину.
- Виконати індивідуальне завдання.
- Зробити звіт по виконаній роботі.
- Показати виконану роботу викладачеві

### 1.2 Завдання для самопідготовки

У процесі підготовки до заняття студент в обов'язковому порядку повинен виконати наступні завдання:

- а) вивчити конспект лекцій;
- б) опрацювати рекомендовану літературу: [1] с. 6-15;
- в) занести в зошит для практичних робіт такі матеріали:
  - 1) Теорія корисності в прийнятті рішень.
- г) занести у звіт такі дані:
  - 1) номер лабораторної роботи;
  - 2) тему і ціль роботи;
  - 3) короткий конспект основних теоретичних відомостей
  - 4) результати виконаних дій

### 1.3 Теоретичні відомості

Корисність – це ціна результату, величина, яку в процесі вибору максимізує особистість.

Відомо, що в умовах раціонального вибору, що має аксіоматичне обґрунтування, існує числова функція корисності  $U$ , певна на множині ісходів, що й має наступні властивості :

1) результат  $x$  переважніше результату  $y$  тоді й тільки тоді, коли  $U(x) \geq U(y)$ ;

$$2) U(x; p; y) = pU(x) + (1 - p)U(y),$$

$p$  – імовірність результату.

Звідси випливає, що потрібно вибирати варіант (дія) з найбільшою корисністю.

*Лотереєю* називається гра із двома іходами: результатом  $x$ , одержуваним з імовірністю  $p$ , і результатом  $y$ , одержуваним з імовірністю  $(1 - p)$ .

## 1.4 Практична частина

### Задача

Перед випускником навчального закладу постає проблема вибору оптимального місця подальшої роботи. Вибір визначається значенням критеріїв:

$k_1$  - величина зарплати;

$k_2$  - відсоток творчої роботи;

$k_3$  - час, за який можна добратися до роботи.

Випускник може робити вибір з п'яти передбачуваних місць роботи з наступними оцінками:

Підприємство	Критерії		
	$k_1$	$k_2$	$k_3$
$x_1$	100	50	30
$x_2$	140	30	50
$x_3$	170	25	45
$x_4$	130	15	10
$x_5$	140	40	40

Введемо позначення:  $k_j^*$  - краще значення за критерієм  $j$  ( $k_1^* = 170$ );

$k_2^*=50; k_3^*=10$ ),  $k_j^0$  - гірше значення за критерієм  $j$  ( $k_1^0=100; k_2^0=15; k_3^0=50$ ).

Для зручності роботи із ЛПР усі критерії представити з позиції їх максимізації або мінімізації. Тому нове значення критерію  $k_3^H$  краще представити як різниця  $k_{3i}^H = k_{3\max} - k_{3i}$ , де  $k_{3i}$  - значення критерію 3 для  $i$ -ої альтернативи.  $k_{3\max}$  - максимальне значення критерію 3 ( $k_{3\max} = 50$ ). Тоді для третього критерію будемо мати (50-30; 50-50; 50-45; 50-10; 50-40) = 40.  $k_3^0 = 0$ , тобто  $0 \leq k_3 \leq 40$ .

Таблиця 1

Критерії	Найгірше значення $k_j^0$	Найкраще значення $k_j^*$
$k_1$	100	170
$k_2$	15	50
$k_3$	0	40

1) Будуємо однокритеріальні функції корисності на основі оцінок експертів

Побудуємо функцію корисності для критерію  $k_1$ .

Спочатку відомі дві точки функції корисності:  $u_1(170) = 1, u_1(100) = 0$ . Для знаходження проміжних точок використовуються типові лотереї. В лотереї 1 перед ЛПР ставиться наступна задача: «Визначте еквівалент визначеності для лотереї, що має з рівними ймовірностями ( $p = 0,5$ ) мінімальну та максимальну величину заробітної плати». Особі, що приймає рішення, надають ряд значень (наприклад, 120 у.о., 130 у.о. і т.д.) і питають вище чи нижче даного значення знаходиться за його думкою, еквівалент визначеності. Припустимо, що ЛПР зупинився на значенні 150у.о., тоді робиться висновок, що  $u_1 = 0,5$  відповідає  $k_1 = 150$ .

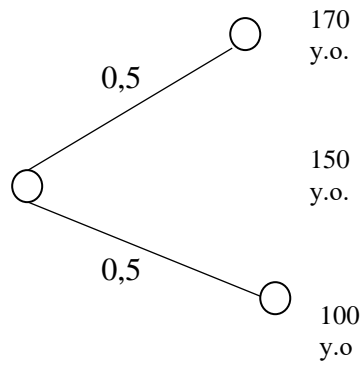


Рисунок 1 – Лотерея 1

Аналогічно визначаються інші значення функції корисності. Лотерея 2 дозволяє визначити точку  $u_1(160) = 0,75$ .

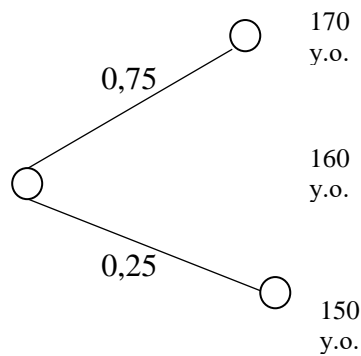


Рисунок 2 – Лотерея 2

Таким же чином визначаються значення функції корисності для кожного критерію.

$u_1$	$k_1$
0,25	130
0,5	150
0,75	160

$u_2$	$k_2$
0,25	25
0,5	35
0,75	40

$u_3$	$k_3$
0,25	15
0,5	25
0,75	30

Будуємо однокритеріальні функції корисності на основі оцінок ЛПР (ЛПР виступає студент) для критеріїв:



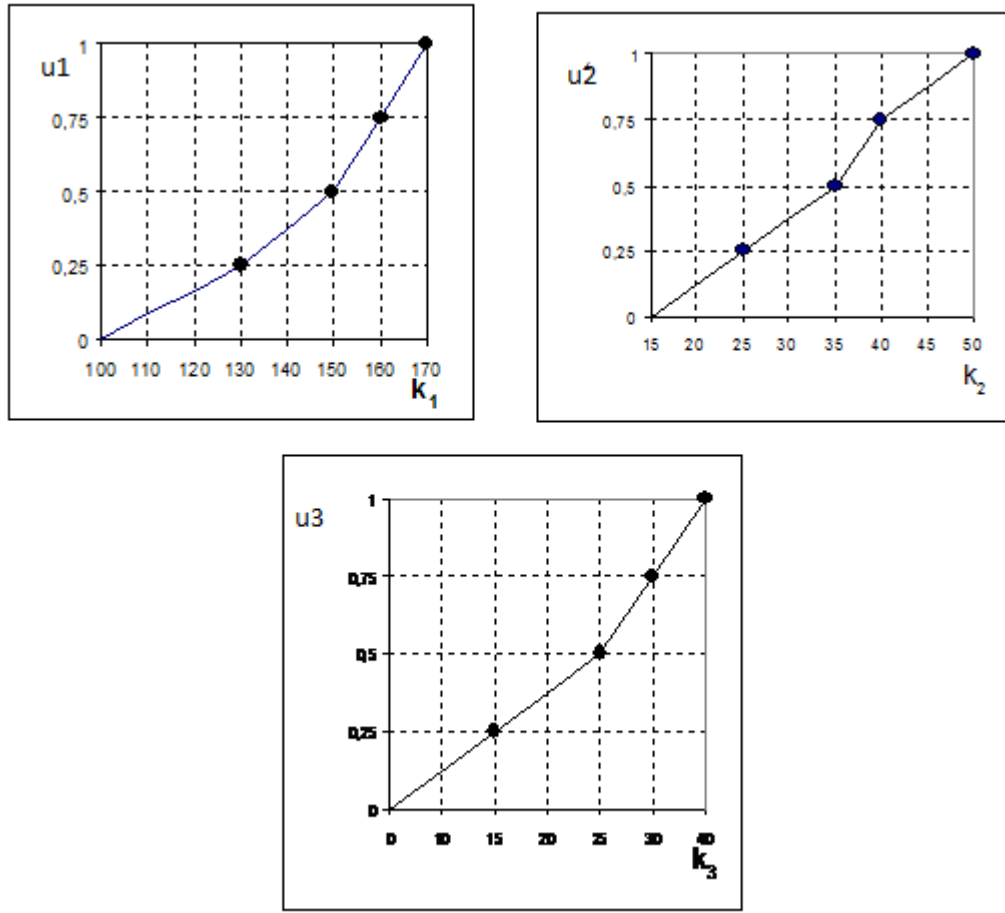


Рисунок 3 – Функції корисності для критеріїв

## 2) *Перевірка умов незалежності*

Для визначення загальної функції корисності необхідно перевірити умови незалежності по корисності та незалежності по перевазі.

Спочатку особі, яка приймає рішення, повідомляється, що при знаходженні еквівалента визначеності вона повинна прийняти до уваги, що по іншим критеріям мають найкращі значення. Далі перед ОПР ставиться та ж задача, але вже при припущенні, що по іншим критеріям існують найгірші значення. Якщо еквівалент визначеності в обох випадках однаковий, то робиться висновок, що критерій не залежить по корисності від всіх інших критеріїв.

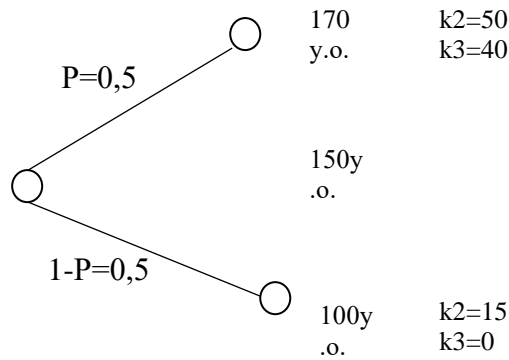


Рисунок 4 – Перевірка умови незалежності по корисності

При перевірці умови незалежності по перевазі розглядають площині, де по осях відкладені значення двох критеріїв.

Спочатку передбачається, що по іншим критеріям (в нашому випадку по критерію  $k_3$  існують найкращі значення ( $k_3=40$ )).

По-перше ЛПР повинен визначити свою перевагу між альтернативами  $(k_{2\min}, k_{1\max})$  та  $(k_{2\max}, k_{1\min})$ . В нашому випадку ЛПР порівнює місця роботи з оцінками  $(15, 170)$  та  $(50, 100)$  – дві крайні точки А і В на осях, при умові, що  $k_3=40$ .

Припустимо, що варіант А має перевагу. Це означає, що критерій заробітної плати більш важливий для ЛПР, ніж відсоток творчої роботи. Далі визначається така точка на шкалі критерію  $k_1$ , при якій варіанти А і К однаково значимі для ЛПР. Інакше кажучи, визначається така величина заробітної плати  $k_1$ , при якій однаково важливі варіанти  $(15, 170)$  і  $(50, k_1^*)$ .

Для критеріїв  $k_1, k_2$ :

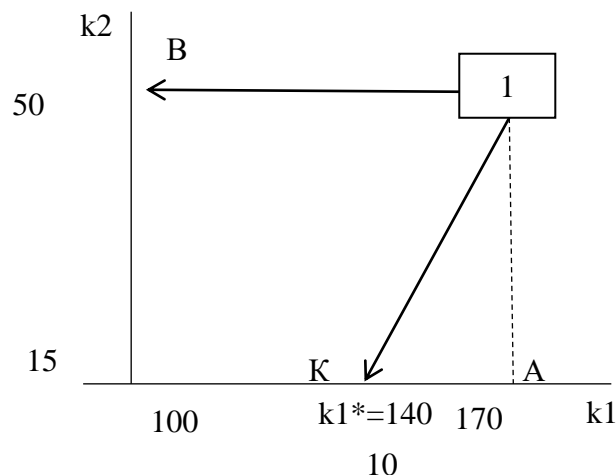


Рисунок 7 – Перевірка умови незалежності по перевазі при  $k_3=40$   
 Далі такий же пошук точки байдужості здійснюється при  $k_3 = 0$ .

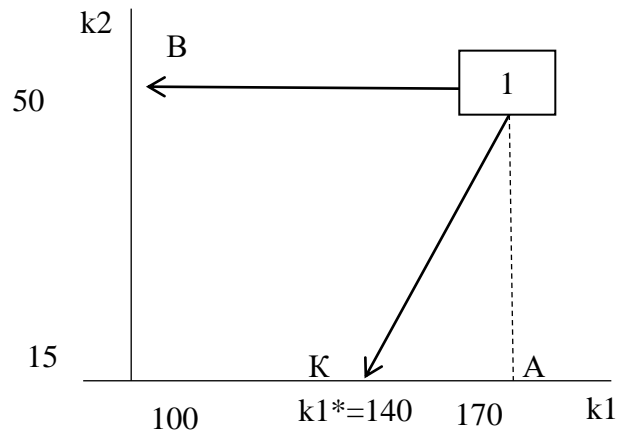


Рисунок 7 – Перевірка умови незалежності по перевазі при  $k_3=0$

Оскільки результати співпадають, то робиться висновок, що пара критеріїв  $k_1$  і  $k_2$  не залежить по перевазі від третього критерію.

### 3) *Визначення вагових коефіцієнтів*

Нехай дано дві альтернативи  $(k_1^0, k_2^*, k_3)$  і  $(k_1 - ?, k_2^0, k_3)$ , де  $k_j^0$  й  $k_j^*$  - найгірше і найкраще значення критерію  $j$ ,  $k_3$  - значення третього критерію (для нас байдуже значення критерію  $k_3$ , тому що всі критерії взаємозалежні). Запитуюмо в ЛПР: яке повинне бути значення критерію  $k_1$  в другій альтернативі, щоб ці альтернативи були еквівалентні, тобто функції корисності в них були однакові. Для нашої задачі порівнюємо альтернативи  $(100, 50, k_3)$  і  $(k_1 - ?, 15, k_3)$ . З'ясуємо в ЛПР: яка повинна бути зарплата, якщо відсоток творчої роботи становить 15 %, а робота повинна бути еквівалентна по ступеню задоволення в роботі, зарплата якої – 100, але відсоток творчої роботи становить 50 %. Якщо ЛПР називає допустимо

$k_1 = 155$ , то  $U(k_1^0, k_2^*, k_3) = U(k_1, k_2^0, k_3)$ .

$$\lambda_1 u_1(k_1^0) + \lambda_2 u_2(k_2^*) + \lambda_3 u_3(k_3) = \lambda_1 u_1(k_1) + \lambda_2 u_2(k_2^0) + \lambda_3 u_3(k_3)$$

$$\lambda_1 (u_1(k_1) - u_1(k_1^0)) = \lambda_2 (u_2(k_2^*) - u_2(k_2^0))$$

$$\lambda_2 = \lambda_1 u_1(k_1)$$

За графіком функції корисності  $u_1(k_1)$  визначаємо для  $k_1 = 155$

$$\frac{(155 - 150)}{(x - 0.5)} = \frac{(160 - 150)}{(0.75 - 0.5)}$$

$$u_1(155) = x = 0.625$$

$$\lambda_2 = 0,625\lambda_1$$

Аналогічно в ЛПР визначаємо еквівалентність альтернатив:

$$(100, k_2, 40) \approx (k_1 - ?, k_2, 0).$$

Нехай ЛПР вибирає  $k_1 = 140$ . Тоді одержуємо:

$$\lambda_1 u_1(k_1) + \lambda_2 u_2(k_2) + \lambda_3 u_3(k_3^*) = \lambda_1 u_1(k_1) + \lambda_2 u_2(k_2) + \lambda_3 u_3(k_3^0)$$

$$\lambda_3 = \lambda_1 u_1(k_1) = \lambda_1 u_1(140)$$

$$u_1(140) = (140 - 130)(0,5 - 0,25) / (150 - 130) + 0,25 = 0,375$$

Одержуємо систему:

$$\begin{cases} \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1 \\ 0,625\lambda_1 - \lambda_2 = 0 \\ 0,375\lambda_1 - \lambda_3 = 0 \end{cases}$$

Вирішуємо систему й одержуємо:

$$\lambda_1 = 0,5; \lambda_2 = 0,3125; \lambda_3 = 0,1875.$$

Визначаємо значення функції корисності для всіх альтернатив

$$x_1: U(100; 50; 20) = 0,5 * 0 + 0,3125 * 1 + ((20 - 15) * 0,5 / (25 - 15) + 0,25) * 0,1875 = 0,3828$$

$$x_2: U(140, 30, 0) = 0,3047$$

$$x_3: U(170, 25, 5) = 0,6093$$

$$x_4: U(130,15,40)=0,3125$$

$$x_5: U(140,40,10) =0,4139$$

Висновок: Найбільш сприятливе місце роботи – третє підприємство.

### 1.5 Самостійна робота

Завдання полягає у виборі місця для будівництва супермаркету.

Критерії:  $k_1$  – вартість споруди (млн. грн)

$k_2$  – час поїздки від центру міста

$k_3$  – кількість місць для паркування машин

Вибрати найкращий варіант, враховуючи схильність ОПР до ризику

#### Варіант 1

Альтернативи: А(275 млн, 70 хв, 600)

В(250 млн, 50 хв, 100)

С(225 млн, 80 хв, 200)

Д(200 млн, 60 хв, 400)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	300	100
$k_2$	120	50
$k_3$	100	600

ЛПР схильний до ризику

#### Варіант 2

Альтернативи: А(275 млн, 70 хв, 600)

В(250 млн, 50 хв, 100)

С(200 млн, 80 хв, 200)

Д(150 млн, 60 хв, 400)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	300	100
$k_2$	120	50
$k_3$	100	600

ОПР не схильний до ризику

### Варіант 3

Альтернативи: А(250 млн, 70 хв, 600)

В(200 млн, 50 хв, 200)

С(150 млн, 100 хв, 100)

Д(175 млн, 60 хв, 400)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	300	100
$k_2$	120	50
$k_3$	100	600

ЛПР схильний до ризику

### Варіант 4

Альтернативи: А(280 млн, 50 хв, 600)

В(200 млн, 50 хв, 100)

С(180 млн, 80 хв, 200)

Д(150 млн, 120 хв, 500)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	300	100
$k_2$	120	50
$k_3$	100	600

ОПР не схильний до ризику

### Варіант 5

Альтернативи: А(250 млн, 50 хв, 600)

В(220 млн, 70 хв, 100)

С(200 млн, 90 хв, 200)

Д(150 млн, 110 хв, 400)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	300	100
$k_2$	120	50
$k_3$	100	600

ЛПР схильний до ризику

### Варіант 6

Альтернативи: А(100 млн, 90 хв, 550)

В(75 млн, 100 хв, 500)

С(50 млн, 110 хв, 450)

Д(25 млн, 120 хв, 550)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	100	50
$k_2$	120	90
$k_3$	100	400

ОПР не схильний до ризику

### Варіант 7

Альтернативи: А(100 млн, 90 хв, 550)

В(75 млн, 110 хв, 500)

С(50 млн, 100 хв, 550)

D(25 млн, 120 хв, 400)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	100	50
$k_2$	120	90
$k_3$	400	600

ЛПР схильний до ризику

### Варіант 8

Альтернативи: А(100 млн, 90 хв, 600)

В(70 млн, 100 хв, 550)

С(40 млн, 110 хв, 500)

D(300 млн, 120 хв, 450)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	100	50
$k_2$	120	90
$k_3$	400	600

ОПР не схильний до ризику

### Варіант 9

Альтернативи: А(90 млн, 90 хв, 550)

В(70 млн, 100 хв, 500)

С(50 млн, 100 хв, 450)

D(35 млн, 120 хв, 550)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:



Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	100	50
$k_2$	120	90
$k_3$	400	600

ЛПР схильний до ризику

### Варіант 10

Альтернативи: А(90 млн, 90 хв, 550)

В(75 млн, 110 хв, 450)

С(60 млн, 110 хв, 450)

Д(45 млн, 120 хв, 400)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	100	50
$k_2$	120	90
$k_3$	400	600

ОПР не схильний до ризику

### Варіант 11

Альтернативи: А(100 млн, 90 хв, 500)

В(75 млн, 60 хв, 300)

С(50 млн, 40 хв, 150)

Д(25 млн, 30 хв, 50)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	150	50
$k_2$	90	30
$k_3$	50	500

ЛПР схильний до ризику

### Варіант 12

Альтернативи: А(150 млн, 90 хв, 500)

В(125 млн, 60 хв, 100)

С(100 млн, 40 хв, 150)

Д(75 млн, 30 хв, 50)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	150	50
$k_2$	90	30
$k_3$	50	500

ОПР не схильний до ризику

### Варіант 13

Альтернативи: А(170 млн, 90 хв, 500)

В(120 млн, 60 хв, 150)

С(100 млн, 40 хв, 100)

Д(70 млн, 50 хв, 50)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	150	50
$k_2$	90	30
$k_3$	50	500

ЛПР схильний до ризику

### Варіант 14

Альтернативи: А(200 млн, 30 хв, 150)

В(120 млн, 40 хв, 150)

C(100 млн, 90 хв, 150)

D(70 млн, 90 хв, 150)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	150	50
$k_2$	90	30
$k_3$	50	500

ОПР не схильний до ризику

### Варіант 15

Альтернативи: A(200 млн, 30 хв, 150)

B(130 млн, 40 хв, 150)

C(75 млн, 60 хв, 300)

D(50 млн, 90 хв, 500)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	150	50
$k_2$	90	30
$k_3$	50	500

ЛПР схильний до ризику

### Варіант 16

Альтернативи: A(100 млн, 40 хв, 300)

B(120 млн, 30 хв, 500)

C(180 млн, 15 хв, 450)

D(110 млн, 10 хв, 100)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	180	100
$k_2$	40	10
$k_3$	100	500

ОПР не схильний до ризику

### Варіант 17

Альтернативи: А(140 млн, 40 хв, 400)

В(170 млн, 15 хв, 100)

С(130 млн, 25 хв, 450)

Д(140 млн, 30 хв, 500)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	180	100
$k_2$	40	10
$k_3$	100	500

ЛПР схильний до ризику

### Варіант 18

Альтернативи: А(250 млн, 90 хв, 250)

В(270 млн, 60 хв, 500)

С(280 млн, 50 хв, 300)

Д(230 млн, 35 хв, 450)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	280	200
$k_2$	90	35
$k_3$	250	500

ЛПР не склонен к риску

### Варіант 19

Альтернативи: А(100 млн, 60 хв, 600)

В(160 млн, 45 хв, 400)

С(180 млн, 15 хв, 300)

Д(150 млн, 50 хв, 450)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	180	100
$k_2$	60	15
$k_3$	300	600

ЛПР схильний до ризику

### Варіант 20

Альтернативи: А(275 млн, 70 хв, 600)

В(250 млн, 50 хв, 100)

С(225 млн, 80 хв, 200)

Д(200 млн, 60 хв, 400)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	300	100
$k_2$	120	50
$k_3$	100	600

ОПР не схильний до ризику

### Варіант 21

Альтернативи: А(275 млн, 70 хв, 600)

В(250 млн, 50 хв, 100)

С(200 млн, 80 хв, 200)

Д(150 млн, 60 хв, 400)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	300	100
$k_2$	120	50
$k_3$	100	600

ЛПР схильний до ризику

### Варіант 22

Альтернативи: А(250 млн, 70 хв, 600)

В(200 млн, 50 хв, 200)

С(150 млн, 100 хв, 100)

Д(175 млн, 60 хв, 400)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	300	100
$k_2$	120	50
$k_3$	100	600

ОПР не схильний до ризику

### Варіант 23

Альтернативи: А(280 млн, 50 хв, 600)

В(200 млн, 50 хв, 100)

С(180 млн, 80 хв, 200)

Д(150 млн, 120 хв, 500)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	300	100
$k_2$	120	50
$k_3$	100	600

ЛПР схильний до ризику

## Варіант 24

Альтернативи: А(250 млн, 50 хв, 600)

В(220 млн, 70 хв, 100)

С(200 млн, 90 хв, 200)

Д(150 млн, 110 хв, 400)

Діапазон зміни за кожним із критеріїв:

Критерій	Найгірше значення	Найкраще значення
$k_1$	300	100
$k_2$	120	50
$k_3$	100	600

ОПР не схильний до ризику

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе : Учеб.пособие для вузов / А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталеv, Т.П.Барановская; Под ред. Б.А. Лагоши.-2-е изд., перераб. и доп. -М.: Финансы и статистика, 2003 - 224 с.
- 2 Протасов И.Д. Теория игр и исследование операций : Учеб.пособие / И.Д.Протасов. - М.: Гелиос АРВ, 2003 - 368с.
- 3 Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах изадачах: учебное пособие для вузов/И.Л. Акулич. - М.: Высшая школа, 1986 – 320с.
- 4 Иванова Л.Н., Реннер А.Г., Сафиуллин Ф.И. Методические указания крешению типовых задач по курсу "Теория игр"/Л.Н. Иванова. -Оренбург : ОГУ, 1999. - 34с
- 5 Реннер Г.А. Математическое программирование: Задачи. Алгоритмы.Программная реализация: Учеб. пособие/А.Г.Реннер, Ю.Н.Пивоваров,В.Н.Тарасов. - Оренбург : ОГУ, 1999. - 146с.
- 6 Реннер А.Г. Методы принятия решения:Автоматизированное пособие/А.Г. Реннер, М.Ю. Нестеренко. - Оренбург, 2003г.
- 7 Вентцель Е.С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология.Учебное пособие/ Е.С. Вентцель. - М.: Дрофа, 2004.