

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

**ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ -1**

**ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ  
УПРАВЛІННЯ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання розрахункової роботи для студентів спеціальності  
„Автоматизоване управління технологічними процесами”

Київ

НТУУ “КПІ”

2012

Технології штучного інтелекту-1. Теорія прийняття рішень в комп'ютерних системах управління: Метод. вказівки до викон. розрахункової роботи для студ. спец. „Автоматизоване управління технологічними процесами” / Уклад.: Д.О. Ковалюк. – К. : НТУУ ”КПІ”, 2012. – 24с.

*Гриф надано Вченою радою ІХФ  
(Протокол № 5 від 23 квітня 2012 р.)*

Навчальне видання  
ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ-1  
ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ  
УПРАВЛІННЯ

Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи для студентів спеціальності „Автоматизоване управління технологічними процесами”

Укладач: Ковалюк Дмитро Олександрович, канд. техн. наук,

Відповідальний

редактор А.І. Жученко, докт. техн. наук, проф.

Рецензент А.Р. Степанюк, канд. техн. наук, доц.

Авторська редакція

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Мета і завдання розрахункової роботи.....	5
Структура розрахункової роботи.....	6
Вимоги до оформлення та подання звіту.....	8
Порядок захисту.....	8
Список рекомендованої літератури.....	9
Варіанти завдань .....	10
Приклад виконання.....	11

## ВСТУП

Задачі прийняття рішень відіграють важливу роль в сучасному процесі керування. Виконання розрахункової роботи дозволяє студентам засвоїти всі етапи прийняття рішень: постановку задачі та її кількісний (або якісний) опис, обґрунтування методу розв'язання, його реалізацію та дослідження.

В методичних вказівках наводяться завдання з наступних класів задач прийняття рішень: з детермінованими параметрами, в умовах невизначеності, ризику та багатокритеріальні задачі прийняття рішень.

Методичні вказівки регламентують основні вимоги щодо структури, обсягу та оформлення розрахункової роботи, порядку її представлення та захисту.

## МЕТА І ЗАВДАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ

Метою виконання розрахункової роботи є одержання необхідних знань та вмінь для розв'язання задач прийняття рішень при проектуванні та керуванні складними системами.

В результаті виконання роботи студенти закріплюють наступні знання:

- типи та класи задач прийняття рішень, їх місце в інтелектуальних системах керування;
- графові моделі систем та алгоритми прийняття рішень на графах;
- моделі прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику;
- методи прийняття рішень в багатокритеріальних задачах;

Після виконання розрахункової роботи студенти повинні вміти:

- створювати математичні моделі систем в умовах невизначеності;
- розв'язувати задачі прийняття рішень з детермінованими та невизначеними параметрами;
- використовувати процедури прийняття рішень при багатьох критеріях;

## СТРУКТУРА РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ

Розрахункова робота повинна складатися з наступних частин:

1. Титульний лист.
2. Технічне завдання.
3. Зміст
4. Вступ
5. Основна частина (по розділам)
6. Висновки.
7. Список використаних джерел.
8. Додатки (за необхідності)

### ***Технічне завдання.***

Виконується постановка задачі прийняття рішення, включаючи опис технологічного процесу, системи керування чи предметної області. Наводяться числові дані для задачі прийняття рішень. За великого обсягу числові дані можуть бути наведені у додатках.

### ***Вступ.***

Повинен займати 1-2 сторінки. У ньому необхідно розкрити актуальність та важливість процесу прийняття рішень для задачі, наведеної в технічному завданні.

### ***Основна частина.***

Повинна містити наступні розділи.

1. Опис класу задачі, яка наводиться в технічному завданні: прийняття рішень з детермінованими параметрами, прийняття рішень в умовах

невизначеності чи ризику, багатокритеріальна задача прийняття рішення. (2-3 сторінки)

2. Аналіз відомих методів для розв'язання даного класу задач. В даному розділі необхідно навести мінімум 3 методи, для розв'язання задачі, а закінчити розділ таблицею порівняння даних методів. (3-4 сторінки)
3. Детальний опис методу розв'язання, який вказано у технічному завданні. Навести математичне обґрунтування та алгоритм методу. (3-5 сторінок)
4. Програмна реалізація методу. Блок-схема алгоритму програми, опис основних циклів, структур та потоків даних при виконанні програми. За умови використання математичних пакетів (Matlab, Mathcad, Statistica, SPSS, Microsoft Project), навести опис модуля, його основні функції, послідовність роботи із (скріншотами). (3-6 сторінок)
5. Результати моделювання. За можливості перевірити точність моделі на тестовому прикладі. За можливості виконати дослідження моделі, шляхом зміни її параметрів (аналіз чутливості) (2-4 сторінки)

### ***Висновки.***

Описати результати роботи, використовуючи числові характеристики, отримані в розділі 5. Зробити висновки про придатність моделі до подальшого використання – не обов'язково позитивні. Пояснити вплив різних факторів на модель.

## **ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ**

1. Пояснювальна записка – редактор MS Office – 2003/2007/2010.
2. Формули – редактор формул microsoft equation або mathtype. Не допускається набір формул з використанням комбінацій різного формату шрифтів (italic, bold).
3. Рисунки, графіки – Visio, AutoCad, КОПАС, Corel. До електронного варіанту розрахункової, оригінали рисунків додаються.
4. Скріншоти програмних засобів – як рисунки MS Office.
5. За використання російськомовної (англомовної) літератури - РУЧНИЙ переклад на українську мову.
6. Нумерація таблиць, формул, рисунків – в межах розділу.

## **ПОРЯДОК ЗАХИСТУ**

1. Не пізніше, ніж за 2 тижні до кінця семестру надати паперовий варіант на перевірку.
2. За наявності суттєвих зауважень, які не дозволяють позитивно оцінити роботу - доопрацювати.
3. захист відбувається з використанням ЕОМ, на якому студент показує програмну реалізацію поставленої задачі та відповідає на питання викладача.



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений, а Также Хроника событий в Волшебных Странах: Учебник. - М.: Логос, 2000. - 296 с.
2. Кини Р. Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения: Пер. с англ. / Под ред. И. Ф. Шахнова. – М.: Радио и связь, 1981. –560с.
3. Черноморов Г.А. Теория принятия решений: Учебное пособие / Юж.- Рос. гос. техн. ун-т. Новочеркасск: Ред. журн. «Изв. Вузов. Электромеханика», 2002.– 276с.
4. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: підручник, Київ, Вид. дім "Слово", 2006 – 816стор.
5. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах: Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 323с.
6. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984.–264
7. Хенли Э. Джм Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска: Пер. с англ. В. С. Сыромятникова, Г. С. Деминой. Под ред. В. С. Сыромятникова. - М.: Машиностроение, 1984. - 528 с.
8. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности. – Липецк: ЛЭГИ, 2001. – 138с.
9. Эддоус М., Стэнсфилд Р. Методы принятия решений/ Пер. с англ. под ред. член-корр. РАН И.И. Елисейевой. — М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997. - 590 с.
10. Т. Саати Принятие решений Метод анализа иерархий: Пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. –278с.
11. Костерев В.В. Надежность технических систем и управление риском: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008 – 280с.

## ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

1. Методи мережевого планування. Задача пошуку критичного шляху.
2. Графові моделі. Задача пошуку найкоротшого шляху.
3. Задача розподілу файлів по рівням пам'яті обчислювальної системи – метод «гілок і меж».
4. Графові моделі. Розв'язання задачі комівояжера методом динамічного програмування.
5. Багатокритеріальна задача прийняття рішень – MAUT.
6. Багатокритеріальна задача прийняття рішень – Метод аналізу ієрархій.
7. Розв'язання задачі «трьох станків» методом «гілок і меж».
8. Мінімізація ймовірності відмови технічної системи методом динамічного програмування.
9. Прийняття рішень в умовах ризику з використанням апостеріорних ймовірностей Байеса.
10. Графові моделі. Задача визначення максимального потоку.
11. Синтез системи керування приводу друкуючої головки принтеру.
12. Графові моделі. Задача мінімізації вартості потоку в мережі з обмеженою пропускною здатністю.
13. Прийняття рішень в умовах ризику – критерій очікуваного значення.
14. Методи побудови дерев рішень.
15. Багатокритеріальні задачі прийняття рішення – метод оцінки SMART.
16. Прийняття рішень в умовах невизначеності станів природи.
17. Нейронні мережі в системах керування – регулятор з передбаченням.
18. Метод послідовного пошуку прийнятних значень критеріїв для аналізу структурованих проблем.

## **ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ**

Міністерство освіти і науки молоді і спорту України  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»  
Кафедра «Автоматизації хімічних виробництв»

### **Розрахункова робота** *З курсу « Технології штучного інтелекту »*

Прийняття рішень в умовах невизначеності станів природи –  
проекування архітектури комп'ютерної мережі

Виконала:  
Студентка 5 курсу ІХФ, гр. ЛА-72  
Заречная А.Ю.  
Залікова книжка № ЛА-7208  
Перевірив: Ковалюк Д.О.

Київ - 2011

## **Завдання**

Необхідно побудувати локальну комп'ютерну мережу підприємства. Задача полягає у виборі відповідної кількості серверів, що можуть бути включені до складу мережі, за умови відсутності точної інформації про кількість робочих станцій, які будуть обслуговуватись в майбутньому.

## **Зміст**

1. Вступ
2. Постановка задачі прийняття рішення в умовах невизначеності
3. Критерії прийняття рішень в умовах невизначеності
4. Розрахунок оптимальної кількості серверів
5. Програмна реалізація критеріїв прийняття рішення
6. Висновки
7. Список використаної літератури

## Постановка задачі прийняття рішення в умовах невизначеності

Відомо, що постановка задач прийняття рішень та методи їх розв'язання істотно залежать від ступеня невизначеності параметрів технологічного процесу та стану зовнішнього середовища. В зв'язку з цим загальноприйнятою є класифікація задач прийняття рішень, наведена на рис. 1.

Задачі першої групи характеризуються наявністю чітко визначеної та формалізованої моделі процесу, що дозволяє для їх розв'язання застосовувати відомі методи оптимізації та математичного програмування.



Рис. 1. Основні класи задач прийняття рішень залежно від наявної інформації про параметри системи

Задачі другого типу характеризуються тим, що для ряду параметрів не відомі точні значення, а визначені лише діапазони їх зміни і на кожному діапазоні задані щільності розподілу випадкових величин. Необхідно вибрати таке рішення, яке для заданих розподілів ймовірностей забезпечує екстремум показника ефективності. Найбільш відомими з цієї групи є задачі управління запасами, управління марковськими процесами, аналізу і синтезу систем масового обслуговування.

Задачі третьої групи характеризується тим, що для кожного з параметрів системи задані можливі дискретні значення і для них визначено

значення показників ефективності, що відповідають кожному з варіантів альтернативних рішень.

До цієї групи задач відноситься задача проектування архітектури комп'ютерної мережі. В даному випадку альтернативні варіанти рішень – це різна кількість серверів, що можуть бути включені до складу мережі  $E = \{E_1, E_i, \dots, E_n\}$ , а в якості значень параметра використовується кількість робочих станції  $a = \{a_1, a_2, a_j, \dots, a_m\}$ . В якості показника ефективності – можуть виступати грошові витрати, швидкодія мережі, тощо.

В більш загальному випадку в задачі прийняття рішень в умовах невизначеності співвідношення між альтернативами та дискретними значеннями параметра системи (наприклад, таке як в табл. 1.) називається *платіжною* матрицею. А множина значень параметра, що впливає на ефективність кожної з альтернатив, називається *станами природи*. Таке визначення підкреслює, що точне значення параметра, яке буде на момент прийняття рішення, нам не відоме, і воно встановиться випадковим чином.

Таблиця 1. Матриця прийняття рішень для задачі проектування комп'ютерної мережі

Альтернативні варіанти рішень	Дискретні значення параметра $a$					
	$a_1$	$a_2$	...	$a_j$	...	$a_m$
$E_1$	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$	...	$\alpha_{1j}$	...	$\alpha_{1m}$
$E_i$	$\alpha_{i1}$	$\alpha_{i2}$	...	$\alpha_{ij}$	...	$\alpha_{im}$
$E_n$	$\alpha_{n1}$	$\alpha_{n2}$	...	$\alpha_{nj}$	...	$\alpha_{nm}$

Платіжну матрицю в задачі прийняття рішень з  $m$  можливими діями та  $n$  станах природи можна представити наступним чином.

Таблиця 2. Платіжна матриця

	$S_1$	$S_2$	...	$S_n$
$a_1$	$v(a_1, s_1)$	$v(a_1, s_2)$	...	$v(a_1, s_n)$
$a_2$	$v(a_2, s_1)$	$v(a_2, s_2)$	...	$v(a_2, s_n)$
...	...	...	...	...
$a_m$	$v(a_m, s_1)$	$v(a_m, s_2)$	...	$v(a_m, s_n)$

Елемент  $a_i$  являє  $i$ -те можливе рішення, а елемент  $s_j$  –  $j$ -й стан природи. Плата (дохід або втрати), пов'язана з рішенням  $a_i$  та станом  $s_j$ , дорівнює  $v(a_i, s_j)$ .

В деяких випадках зручно представляти співвідношення між альтернативами і станами природи не у вигляді платіжної матриці, а у вигляді матриці ризиків.

Ризиком  $r_{i,j}$  при реалізації альтернативи  $a_i$  за умови знаходження природи в стані  $s_j$ , називається різниця між виграшем, який би отримав гравець якби знав стан природи  $s_j$ , і виграшем який він отримає, застосовуючи альтернативу  $a_i$  в умовах відсутності інформації про стан природи.

$$r(a_i, s_j) = \begin{cases} \max\{v(a_k, s_j)\} - v(a_i, s_j), & \text{якщо } v - \text{дохід} \\ v(a_i, s_j) - \min\{v(a_k, s_j)\}, & \text{якщо } v - \text{втрати} \end{cases}$$

Матриця ризиків дає найбільш наглядну картину невизначеності ситуації, так як з матриці ризиків  $R = \|r_{ij}\|$  видно чим ризикує гравець, використовуючи ту чи іншу альтернативу. Інакше, величина ризику – це розмір плати за відсутність інформації про стан природи.



При виборі оптимальної стратегії виходять з міркувань отримання деякого гарантованого виграшу і використовують наступні критеріїв для аналізу ситуації, пов'язаної з прийняттям рішень.

1. Критерій Лапласа.
2. Максимінний (мінімаксний) – критерій Вальда.
3. Критерій Севіджа.
4. Критерій Гурвиця.

### **Критерії прийняття рішень в умовах невизначеності**

*Критерій Лапласа* опирається на принцип недостатнього обґрунтування, який говорить про те, що оскільки розподіл ймовірностей станів природи  $P(s_j)$  невідомий, немає причин вважати їх відмінними. Отже, використовуючи припущення, що імовірність всіх станів природи рівні між собою, тобто:

$$P(s_1) = P(s_2) = \dots = P(s_n) = \frac{1}{n}$$

Якщо при цьому  $v(a_i, s_j)$  виражає можливий прибуток, то найкращим рішенням є те, яке забезпечує:

$$\max_{a_i} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v(a_i, s_j) \right\}$$

Якщо величина  $v(a_i, s_j)$  являє собою втрати, то оператор «max» замінюється на «min».

*Максимінний (мінімаксний)* критерій ґрунтується на обережній поведінці особи, яка приймає рішення, і зводиться до вибору найкращої альтернативи із найгірших. Якщо величина  $v(a_i, s_j)$  виражає можливий прибуток, то у відповідності з максимінним критерієм в якості

оптимального обирається рішення, що забезпечує:

$$\max_{a_i} \left\{ \min_{s_j} v(a_i, s_j) \right\}$$

Якщо величина  $v(a_i, s_j)$  являє собою втрати, використовується мінімакський критерій, що визначається наступним відношенням:

$$\min_{a_i} \left\{ \max_{s_j} v(a_i, s_j) \right\}$$

*Критерій Севіджа* послаблює обережність мінімаксного (максимінного) критерію шляхом заміни платіжної матриці (виграшів чи програвів)  $v(a_i, s_j)$  матрицею втрат  $r(a_i, s_j)$ , і визначається наступним чином:

$$\min_{A_j} \max_{S_j} \{r_{ij}\}$$

*Критерій Гурвиця.* Цей критерій охоплює ряд різних підходів до прийняття рішень – від найбільш оптимістичного до найбільш песимістичного. Нехай  $0 \leq \alpha \leq 1$  та величини  $v(a_i, s_j)$  представляють прибуток. Тоді рішення, обраному за критерієм Гурвиця, відповідає:

$$\max_{a_i} \left\{ \alpha \max_{s_j} v(a_i, s_j) + (1 - \alpha) \min_{s_j} v(a_i, s_j) \right\}$$

Параметр  $\alpha$  - показник оптимізму. Якщо  $\alpha = 0$ , критерій Гурвиця стає критерієм Вальда. Якщо  $\alpha = 1$ , критерій Гурвиця стає занадто оптимістичним, бо розраховує на кращі з найкращих умов. Можна конкретизувати степінь оптимізму (або песимізму) належним чином величини  $\alpha$  з інтервалу  $[0,1]$ . При відсутності яскраво вираженої схильності до оптимізму чи песимізму вибір  $\alpha = 0.5$  є найбільш виправданим. Якщо величини  $v(a_i, s_j)$  виражають втрати, то критерій

приймає наступний вигляд:

$$\min_{a_i} \left\{ \alpha \min_{s_j} v(a_i, s_j) + (1 - \alpha) \max_{s_j} v(a_i, s_j) \right\}$$

### Розрахунок оптимальної кількості серверів

Нехай для задачі, що розглядається, задана платіжна матриця, яка містить: альтернативи – кількість серверів, стани природи – кількість робочих станцій, показник ефективності – витрати (тис. грн.), пов’язані з вартістю оптимальної кількості серверів, купівлею зайвих серверів, втратою прибутку у випадку недостатніх потужностей для підключення нових станцій.

Табл.3. Платіжна матриця для задачі вибору архітектури мережі

Кількість серверів	Кількість робочих станцій			
	$s_1 = 15$	$s_2 = 25$	$s_3 = 35$	$s_4 = 50$
$a_1 = 2$	5	11	19	26
$a_2 = 3$	9	8	14	23
$a_3 = 4$	20	17	12	22
$a_4 = 6$	30	21	18	17

Опис ситуації аналізується з точки зору чотирьох розглянутих вище критеріїв.

*Критерій Лапласа.* При заданих імовірностях  $P(s_j) = 1/4, j = 1, 2, 3, 4$ , очікувані значення витрат для різних можливих рішень розраховуються наступним чином:

$$M\{a_1\} = 1/4 (5 + 11 + 19 + 26) = 15,25$$

$$M\{a_2\} = 1/4 (9 + 8 + 14 + 23) = 13,5 \leftarrow \text{Оптимум}$$

$$M\{a_3\} = 1/4(20 + 17 + 12 + 22) = 17,75$$

$$M\{a_4\} = 1/4(30 + 21 + 18 + 17) = 21,5.$$

*Мінімаксний критерій:*  $\min\{26,23,22,30\} = 22$

*Критерій Севіджа.* Матриця ризиків визначається шляхом віднімання чисел 5, 8, 12 та 17 від елементів стовбців з першого до четвертого відповідно.

Табл. 4. Матриця ризиків для задачі вибору архітектури мережі

	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	максимум рядків
a <sub>1</sub>	0	3	7	9	9
a <sub>2</sub>	4	0	2	6	6 мінімакс
a <sub>3</sub>	15	9	0	5	16
a <sub>4</sub>	25	13	6	0	25

*Критерій Гурвиця.* Результати розрахунків подано в таблиці.

Табл. 5. Критерій Гурвиця для задачі вибору архітектури мережі

Альтернатива	Мінімум рядків	Максимум рядків	$\alpha(\text{максимум рядка}) + (1-\alpha)(\text{мінімум рядка})$	$\alpha = 0,5$
a <sub>1</sub>	5	26	$26-21\alpha$	15,5- опт
a <sub>2</sub>	8	23	$23-15\alpha$	15,5- опт
a <sub>3</sub>	12	22	$22-10\alpha$	17
a <sub>4</sub>	17	30	$30-13\alpha$	23,5

## Програмна реалізація критерії прийняття рішення

ORIGIN := 1

### платіжна матриця

$$A := \begin{pmatrix} 5 & 11 & 19 & 26 \\ 9 & 8 & 14 & 23 \\ 20 & 17 & 12 & 22 \\ 30 & 21 & 18 & 17 \end{pmatrix}$$

count\_states := cols(A)

count\_states = 4

count\_alternatives := rows(A)

count\_alternatives = 4

### Критерій Лапласа

M := for i ∈ 1..count\_alternatives

$$M_i \leftarrow \frac{1}{\text{count\_states}} \left( \sum_{j=1}^{\text{count\_states}} A_{i,j} \right)$$

$$M = \begin{pmatrix} 15.25 \\ 13.5 \\ 17.75 \\ 21.5 \end{pmatrix}$$

min(M) = 13.5

згідно даного критерію оптимальною є 2-га альтернатива

### Мінімакний критерій

M := for i ∈ 1..count\_alternatives

$$M_i \leftarrow \max(\text{submatrix}(A, i, i, 1, \text{count\_states}))$$

$$M = \begin{pmatrix} 26 \\ 23 \\ 22 \\ 30 \end{pmatrix}$$

min(M) = 22

згідно даного критерію оптимальною є 3-тя альтернатива

### Критерій Гурвиця

$\alpha := 0.5$

показник оптимізму

$M := \text{for } i \in 1..4$

$$M_i \leftarrow \alpha \cdot \min(\text{submatrix}(A, i, i, 1, 4)) + (1 - \alpha) \cdot \max(\text{submatrix}(A, i, i, 1, 4))$$

$$M = \begin{pmatrix} 15.5 \\ 15.5 \\ 17 \\ 23.5 \end{pmatrix}$$

$\min(M) = 15.5$

згідно критерію оптимальною є 1 або 2-га альтернатива

### Критерій Севіджа

$A1 := \text{for } i \in 1..4$

for  $j \in 1..4$

$$A1_{i,j} \leftarrow A_{i,j} - \min(\text{submatrix}(A, 1, 4, j, j))$$

$$A1 = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 7 & 9 \\ 4 & 0 & 2 & 6 \\ 15 & 9 & 0 & 5 \\ 25 & 13 & 6 & 0 \end{pmatrix}$$

$M := \text{for } i \in 1..4$

$$M_i \leftarrow \max(\text{submatrix}(A1, i, i, 1, 4))$$

$$M = \begin{pmatrix} 9 \\ 6 \\ 15 \\ 25 \end{pmatrix}$$

$\min(M) = 6$

згідно даного критерію оптимальною є 2-га альтернатива

## **Висновки**

В роботі розв'язано задачу прийняття рішень в умовах невизначеності для проектування комп'ютерної мережі підприємства. Розглянуто основні критерії прийняття рішень та розраховані їх значення для кількісної оцінки альтернатив. В роботі показано, що вибір критерію прийняття рішення суттєво залежить від переваг особи, що приймає рішення. На основі програмної реалізації можна зробити висновок, що за більшістю критеріїв оптимальною є 2-га альтернатива.

## Список використаної літератури

1. Таха Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2005. – 912 с.
2. Черноморов Г.А. Теория принятия решений: Учебное пособие / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. Новочеркасск: Ред. журн. «Изв. Вузов. Электромеханика», 2002.– 276с.