Институт информационных технологий

Кафедра «Информационные системы»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № 4

«Метод анализа иерархий»

по дисциплине «Методы системного анализа и проектирования информационных систем»

Выполнил студент группы ИС/б-22-1-о

Крюкова К.М.

Проверил доцент кафедры «ИС»

Кудрявченко И.В.

Севастополь

2024

**4.1 Цель работы**

Углубление теоретических знаний в области системного анализа, приобретение навыков создания и описания иерархических структур, а также изучение понятий цель, критерий, альтернатива.

**4.2 Вариант задания**

Решить задачу методом МАИ вручную: Фирме нужно купить оборудование для отопления помещений. Нужно выбрать из возможных альтернатив (рисунок 4.1). Написать программу на языке программирования python (или на другом языке) которая решает МАИ задачу любой размерности. Проверить на примере данных по своему варианту.

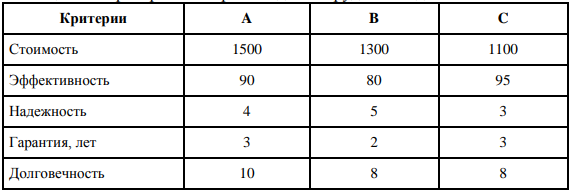


Рисунок 4.1 – Вариант задания

**4.3 Ход выполнения работы**

4.3.1 В начале лабораторной работы было составлено иерархическое представление задачи, что показано на рисунке 4.1.



Рисунок 4.2 – Иерархическое представление задачи

В таблице 4.2 представлены оценки экспертов для приоритетов характеристик.

Таблица 4.2 – Экспертные оценки приоритетов характеристик

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| W21= 2 |  |  |  |
| W31=5 | W32=3 |  |  |
| W41=1/4 | W42=1/5 | W43=1/5 |  |
| W51=5 | W52=2 | W53=1/2 | W54=5 |

На рисунке 4.3 приведены сравнительные характеристики оборудования для отопления по варианту.

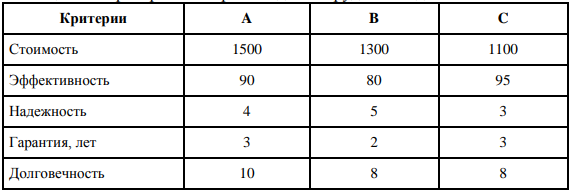


Рисунок 4.3 – Сравнительные характеристики оборудования

4.3.2 Была составлена матрица попарных сравнений, которая отражена в таблице 4.2, чтобы далее установить приоритеты критериев и оценить по критериям все альтернативы.

Таблица 4.2 – Матрица попарных сравнений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Общее удовлетворение оборудованием | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Стоимость (1) | 1 | 1/2 | 1/5 | 4 | 1/5 |
| Эффективность (2) | 2 | 1 | 1/3 | 5 | 1/2 |
| Надежность (3) | 5 | 3 | 1 | 5 | 2 |
| Гарантия (4) | 1/4 | 1/5 | 1/5 | 1 | 1/5 |
| Долговечность (5) | 5 | 2 | 1/2 | 5 | 1 |

4.3.3 Затем были установлены приоритеты критериев и оценена каждая из альтернатив по критериям с помощью формулы среднего арифметического, а затем их сумма:

В таблице 4.3 показан вектор приоритетов для уровня 2.

Таблица 4.3 – Вектор приоритетов для уровня 2

|  |  |
| --- | --- |
| Общее удовлетворение оборудованием | Вектор приоритетов |
| Стоимость | x1= w01/ w0= 0,09 |
| Эффективность | x2= w02/ w0= 0,16 |
| Надежность | x3= w03/ w0= 0,4 |
| Гарантия | x4= w04/ w0= 0,04 |
| Долговечность | x5= w05/ w0= 0,28 |

4.3.4 Далее выли составлены пять матриц для третьего уровня по отношению к критериям второго уровня, что показано в таблицах 4.4 – 4.8.

Таблица 4.4 – Сравнение вариантов с точки зрения стоимости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Стоимость** | **A** | **B** | **C** |
| **A** | 1 | 1500/1300 | 1500/1100 |
| **B** | 1300/1500 | 1 | 1300/1100 |
| **C** | 1100/1500 | 1100/1300 | 1 |

Таблица 4.5 – Сравнение вариантов с точки зрения эффективности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Эффективность** | **A** | **B** | **C** |
| **A** | 1 | 90/80 | 90/95 |
| **B** | 80/90 | 1 | 80/95 |
| **C** | 95/90 | 95/80 | 1 |

Таблица 4.6 – Сравнение вариантов с точки зрения надежности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Надежность** | **A** | **B** | **C** |
| **A** | 1 | 4/5 | 4/3 |
| **B** | 5/4 | 1 | 5/3 |
| **C** | 3/4 | 3/5 | 1 |

Таблица 4.7 – Сравнение вариантов с точки зрения гарантии

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Гарантия** | **A** | **B** | **C** |
| **A** | 1 | 3/2 | 3/3 |
| **B** | 2/3 | 1 | 2/3 |
| **C** | 3/3 | 3/2 | 1 |

Таблица 4.8 – Сравнение вариантов с точки зрения долговечности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Долговечность** | **A** | **B** | **C** |
| **A** | 1 | 10/8 | 10/8 |
| **B** | 8/10 | 1 | 8/10 |
| **C** | 8/10 | 10/8 | 1 |

4.3.4 По примеру из предыдущего пункта для всех полученных таблиц были рассчитаны вектора приоритетов. Для таблицы 4.4:

Для таблицы 4.5:

Для таблицы 4.6:

Для таблицы 4.7:

Для таблицы 4.8:

Матрица со всеми векторами приоритетов для 3 уровня приведена в таблице 4.10, а ее расчет в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Расчет вектора приоритетов для уровня 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант решения** | **Стоимость** | **Эффективность** | **Надежность** | **Гарантия** | **Долговечность** |
| **A** | 0,99/2,92 | 1,02/2,99 | 1,02/2,75 | 1,16/3,02 | 1,1/2,96 |
| **B** | 1,08/2,92 | 0,9/2,99 | 0,97/2,75 | 0,86/3,02 | 0,76/2,96 |
| **C** | 0,85/2,92 | 1,07/2,99 | 0,76/2,75 | 1/3,02 | 1,1/2,96 |

Таблица 4.10 – Вектор приоритетов для уровня 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант решения** | **Стоимость** | **Эффективность** | **Надежность** | **Гарантия** | **Долговечность** |
| **A** | 0,34 | 0,34 | 0,37 | 0,38 | 0,37 |
| **B** | 0,37 | 0,30 | 0,35 | 0,28 | 0,26 |
| **C** | 0,29 | 0,36 | 0,28 | 0,33 | 0,37 |

Далее с помощью полученных значений были вычислены глобальные приоритеты путем перемножения локальных приоритетов уровня 3 и соответствующих критериев уровня 2 и суммирования полученных значений:

𝐾𝐴 = 𝑥11𝑥1 + 𝑥12𝑥2 + 𝑥13𝑥3 + 𝑥14𝑥4 + 𝑥15𝑥5

𝐾𝐵 = 𝑥21 𝑥1 + 𝑥22𝑥2 + 𝑥23𝑥3 + 𝑥24𝑥4 + 𝑥25𝑥5

𝐾𝐶 = 𝑥31 𝑥1 + 𝑥32 𝑥2 + 𝑥33𝑥3 + 𝑥34𝑥4 + 𝑥35𝑥5

𝐾𝐴 = 0,34\*0,09 + 0,34\*0,16 + 0,37\*0,4 + 0,38\*0,04 + 0,37\*0,28 = 0,35

𝐾𝐵 = 0,37\*0,09 + 0,30\*0,16 + 0,35\*0,4 + 0,28\*0,04 + 0,26\*0,28 = 0,3

𝐾𝐶 = 0,29\*0,09 + 0,36\*0,16 + 0,28\*0,4 + 0,33\*0,04+ 0,37\*0,28 = 0,31

По полученным данным можно сделать вывод, что вариант А, имеющий самый наивысший вес, является более оптимальным.

4.3.5 Для решения подобных задач была написана программа на языке python, код которой показан в листинге 4.1.

Листинг 4.1 – Код программы для метода иерархий

import numpy as np

# Матрица попарных сравнений для критериев

criteria\_comparison = np.array([

[1, 1/2, 1/5, 4, 1/5],

[2, 1, 1/3, 5, 1/2],

[5, 3, 1, 5, 2],

[1/4, 1/5, 1/5, 1, 1/5],

[5, 2, 1/2, 5, 1]

])

# Вычисление средних геометрических для каждого критерия

geometric\_means = np.prod(criteria\_comparison, axis=1) \*\* (1/criteria\_comparison.shape[1])

# Нормализация средних геометрических

priority\_vector = geometric\_means / np.sum(geometric\_means)

# Данные оборудования

alternatives = np.array([

[1500, 90, 4, 3, 10], # Оборудование A

[1300, 80, 5, 2, 8], # Оборудование B

[1100, 95, 3, 3, 8] # Оборудование C

])

# Составление матриц попарных сравнений для альтернатив

def comparison\_matrix(data):

size = data.shape[0]

matrix = np.zeros((size, size))

for i in range(size):

for j in range(size):

matrix[i, j] = data[i] / data[j]

return matrix

matrices = {}

criteria = ["Стоимость", "Эффективность", "Надежность", "Гарантия", "Долговечность"]

for i in range(alternatives.shape[1]):

matrices[criteria[i]] = comparison\_matrix(alternatives[:, i])

# Вычисление приоритетов для каждой альтернативы

def calculate\_priorities(matrix):

geometric\_means = np.prod(matrix, axis=1) \*\* (1 / matrix.shape[1])

return geometric\_means / np.sum(geometric\_means)

alternative\_priorities = {}

for key, matrix in matrices.items():

alternative\_priorities[key] = calculate\_priorities(matrix)

# Вектор приоритетов для критериев уровня 2

criteria\_priorities = np.array([3.13, 0.63, 0.76, 0.48, 1.4]) / 6.4

# Вектор приоритетов для альтернатив уровня 3

alternative\_matrix = np.array([

alternative\_priorities["Стоимость"],

alternative\_priorities["Эффективность"],

alternative\_priorities["Надежность"],

alternative\_priorities["Гарантия"],

alternative\_priorities["Долговечность"]

]).T

# Расчет итоговых оценок для альтернатив

final\_scores = np.dot(alternative\_matrix, criteria\_priorities)

# Вывод итоговых оценок

print("Итоговые оценки оборудования:")

for i, score in enumerate(final\_scores):

print(f"Оборудование {chr(65+i)}: {score:.3f}")

Вычисления, полученные программным методом, совпали с вычислениями, сделанными аналитическим методом , что показано в выводе программы на рисунке 4.3.

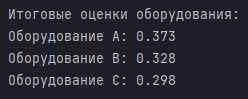


Рисунок 4.3 – Вывод программы

**Выводы**

В ходе лабораторной работы был исследован метод анализа иерархий, который применяется, чтобы структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения. Для системы, полученной по варианту, был построена иерархическая структура. Далее были установлены приоритеты критериев и оценена каждая из альтернатив по критериям. Для количественного определения сравнительной важности факторов и проблемной ситуации была составлена матрица попарных сравнений. Затем были составлены пять матриц для третьего уровня по отношению к критериям второго уровня, для всех из которых были построены вектора приоритетов. После вычисления глобальных приоритетов был сделан вывод о том, что вариант А, имеющий самый наивысший вес, является более оптимальным. В последнюю очередь была написана программа на языке python, которая применима для решения подобных задач методом анализа иерархий. В конце выполнения лабораторной работы был написан отчет.