



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**"МИРЭА - Российский технологический университет"  
РТУ МИРЭА**

**Институт Информационных Технологий  
Кафедра Вычислительной Техники**

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

**по дисциплине  
«Теория принятия решений»  
Метод анализа иерархий**

Студент группы: ИКБО-04-22

Оганнисян Г.А.

*(Ф. И.О. студента)*

Преподаватель

Железняк Л.М.

*(Ф.И.О. преподавателя)*

Москва 2024

# СОДЕРЖАНИЕ

1 МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ .....	4
1.1 Постановка задачи .....	4
1.2 Представление проблемы в виде иерархии .....	4
1.3 Установка приоритетов критериев.....	5
1.4 Синтез приоритетов .....	6
1.5 Согласованность локальных приоритетов.....	16
1.6 Синтез альтернатив.....	25
1.7 Вывод .....	26
1.8 Результаты работы программы.....	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	27
СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	29
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	30

## ВВЕДЕНИЕ

Метод Анализа Иерархий (Analytic Hierarchy Process) разработан американским математиком Томасом Саати в 70-х годах прошлого века. Метод анализа иерархий (МАИ) является замкнутой логической конструкцией, которая обеспечивает с помощью простых и хорошо обоснованных правил, решение задач МКО, включающих как качественные, так и количественные факторы, причем количественные факторы могут иметь разную размерность. Метод основан на декомпозиции задачи и представлении ее в виде иерархической структуры, что позволяет включить в иерархию все имеющиеся у лица, принимающего решение знания по решаемой проблеме и последующей обработке суждений. В результате может быть выявлена относительная степень взаимодействия элементов в иерархии, которые затем выражаются численно. МАИ включает процедуры синтеза множественных суждений, получения приоритетности критериев и нахождения альтернативных решений. Весь процесс решения подвергается проверке и переосмыслению на каждом этапе, что позволяет проводить оценку качества полученного решения. Решение многокритериального выбора основано на трех основных этапах: Первый этап – представление системы критериев (целей) в виде иерархической структуры. Второй этап – оценки приоритетов (весов) критериев с учётом их места в иерархии относительной важности. Третий этап – определение лучшей альтернативы по значениям её характеристик и важности критериев. Первый этап – предусматривает представление проблемы в виде иерархии. Иерархия – некоторая абстракция структуры системы, предназначенная для изучения функциональных взаимодействий ее компонент и их воздействий на систему в целом.

# 1 МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

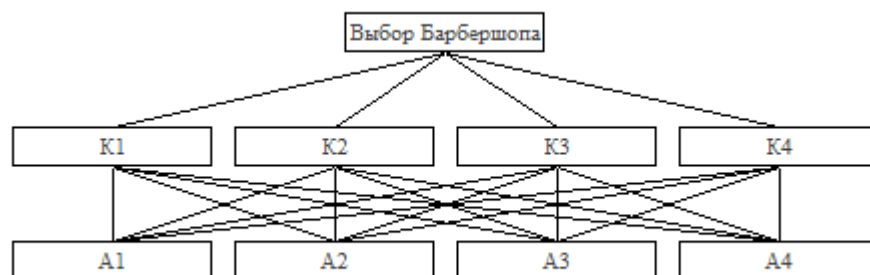
## 1.1 Постановка задачи

Задача практической работы: выбрать своя предметная область.

## 1.2 Представление проблемы в виде иерархии

Первый этап – представление проблемы в виде иерархии или сети. В простейшем случае, иерархия строится, начиная с цели, которая помещается в вершину иерархии. Через промежуточные уровни, на которых располагаются критерии и от которых зависят последующие уровни, к самому низкому уровню, который содержит перечень альтернатив.

Иерархия считается полной, если каждый элемент заданного уровня является критерием для всех элементов нижнего уровня



**Рисунок 1 – Полная доминантная иерархия.**

Критерии:

К 1 – Средний чек;

К 2 – Рейтинг;

К 3 – Количество услуг;

К 4 – Удалённость локации;

Альтернативы:

А 1 - Метод;

А 2 -FIDEL;

А 3 - БородаВайб;

А 4 – Бритва;

### 1.3 Установка приоритетов критериев

После иерархического представления задачи установлены приоритеты критериев и оценена каждая из альтернатив по критериям, определена наиболее важная их них. В методе анализа иерархий элементы сравниваются попарно по отношению к их влиянию на общую для них характеристику. Парные сравнения приводят к записи характеристик сравнений в виде квадратной таблицы чисел, которая называется матрицей. Для облегчения работы введена шкала относительной важности (Таблица 1).

Таблица.1 – Шкала относительной важности.

Интенсивность относительной важности	Определение	Объяснение
1	Равная важность	Равный вклад двух критериев в цель.
3	Слабое превосходство	Дают легкое превосходство одной альтернативы над другой
5	Умеренное превосходство	Опыт и суждения дают умеренное превосходство
7	Сильное превосходство	Одному из критериев дается настолько сильное предпочтение.
9	Абсолютное превосходство	Очевидность превосходства одного критерия над другим
2,4,6,8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями	Применяется в компромиссных случаях

## 1.4 Синтез приоритетов

После построения иерархии и определения величин парных субъективных суждений следует этап, на котором иерархическая декомпозиция и относительные суждения объединяются для получения осмысленного решения многокритериальной задачи принятия решений. Из групп парных сравнений формируется набор локальных критериев, которые выражают относительное влияние элементов на элемент, расположенный на уровне выше. Составлена обратно симметричная матрица для парного сравнения критериев (Таблица 2).

Таблица 2 – Матрица парного сравнения критериев.

Цель	К 1	К 2	К 3	К 4	$V_i$	$W_{2i}$
К 1	1	1/3	4	7	1.747	0.313
К 2	3	1	3	7	2.817	0.508
К 3	1/4	1/3	1	4	0.759	0.132
К 4	1/7	1/7	1/4	1	0.267	0.046
$\Sigma V_i$					5.590	

Для определения относительной ценности каждого элемента необходимо найти геометрическое среднее и с этой целью перемножить  $n$  элементов каждой строки и из полученного результата извлечь корни  $n$ -й степени (размерность матрицы  $n=5$ ).

Строка № 1

$$V_1 = (1 \times 1/3 \times 4 \times 7)^{1/4} = 1.747;$$

Строка № 2

$$V_2 = (3 \times 1 \times 3 \times 7)^{1/4} = 2.817;$$

Строка № 3

$$V_3 = (1/4 \times 1/3 \times 1 \times 4)^{1/4} = 0.759;$$

Строка № 4

$$V_4 = (1/7 \times 1/7 \times 1/4 \times 1)^{1/4} = 0.267;$$

Проведена нормализация полученных чисел. Для этого определен нормирующий коэффициент  $\sum V_i$ .

$$\sum V_i = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 1.747 + 2.817 + 0.759 + 0.267 = 5.590.$$

Найдена важность приоритетов  $W_{2i}$ , для этого каждое из чисел  $V_i$  разделено на  $\sum V_i$ .

***Строка № 1***

$$W_{21} = 1.747 / \sum V_i = 0,313;$$

***Строка № 2***

$$W_{22} = 2.817 / \sum V_i = 0,506;$$

***Строка № 3***

$$W_{23} = 0.759 / \sum V_i = 0,132;$$

***Строка № 4***

$$W_{24} = 0.267 / \sum V_i = 0,046;$$

В результате получен вектор приоритетов:

$W_{2i} = (0,313; 0,506; 0,132; 0,046)$ , где индекс 2 означает, что вектор приоритетов относится ко второму уровню иерархии.

К 1 – Средний чек (Таблица 3);

Таблица 3 – Матрица сравнения по критерию 1.

K1	A1	A2	A3	A4	$V_{K1Y}$	$W_{3K1Y}$
A1	1	1/3	3	7	1.62658	0.292
A2	3	1	3	7	2.81731	0.511
A3	1/3	1/3	1	5	0.86334	0.152
A4	1/7	1/7	1/5	1	0.25276	0.045
$\sum V_{K1Y}$					5.55999	

Определена относительная ценность каждого элемента.

Строка № 1

$$V_{K11} = (1 \times 1/3 \times 3 \times 7)^{1/4} = 1.62658;$$

Строка № 2

$$V_{K12} = (3 \times 1 \times 3 \times 7)^{1/4} = 2.81731;$$

Строка № 3

$$V_{K13} = (1/3 \times 1/3 \times 1 \times 5)^{1/4} = 0.86334;$$

Строка № 4

$$V_{K14} = (1/7 \times 1/7 \times 1/5 \times 1)^{1/4} = 0.25276;$$

Проведена нормализация полученных чисел. Для этого определен нормирующий коэффициент  $\sum V_{K1Y}$ .

$$\sum V_{K1Y} = V_{K11} + V_{K12} + V_{K13} + V_{K14} = 5.55999.$$

Найдена важность приоритетов  $W_{3K1Y}$ , для этого каждое из чисел  $V_{K1Y}$  разделено на  $\sum V_{K1Y}$ .

Строка № 1

$$W_{3K11} = 1.62658 / \sum V_i = 0.292;$$

Строка № 2

$$W_{3K12} = 2.81731 / \sum V_i = 0.511;$$

Строка № 3



$$W_{3K13} = 0.86334 / \sum V_i = 0.152;$$

Строка № 4

$$W_{3K14} = 0.25276 / \sum V_i = 0.045;$$

В результате получаем вектор приоритетов:

$$W_{3K1Y} = (0.292; 0.511; 0.152; 0.045),$$

где индекс 3 означает, что вектор приоритетов относится к третьему уровню иерархии критерия K1.

## К 2 – Рейтинг (Таблица 3.4.3);

Таблица 3.4.3 – Матрица сравнения по критерию 2.

K2	A1	A2	A3	A4	V <sub>K2Y</sub>	W <sub>3K2Y</sub>
A1	1	1/3	1/2	3	0.840	0.170
A2	3	1	3	3	2.279	0.481
A3	2	1/3	1	4	1.277	0.262
A4	1/3	1/3	1/4	1	0.408	0.087
$\sum V_{K2Y}$				4.3094		

Определена относительная ценность каждого элемента.

Строка № 1

$$V_{K21} = (1 \times 1/3 \times 1/2 \times 3)^{1/4} = 0.840;$$

Строка № 2

$$V_{K22} = (3 \times 1 \times 3 \times 3)^{1/4} = 2.279;$$

Строка № 3

$$V_{K23} = (2 \times 1/3 \times 1 \times 4)^{1/4} = 1.277;$$

Строка № 4

$$V_{K24} = (1/3 \times 1/3 \times 1/4 \times 1)^{1/4} = 0.408;$$

Проведена нормализация полученных чисел. Для этого определен нормирующий коэффициент  $\sum V_{K2Y}$ .

$$\sum V_{K2Y} = V_{K21} + V_{K22} + V_{K23} + V_{K24} = 4.804.$$

Найдена важность приоритетов  $W_{3K2Y}$ , для этого каждое из чисел  $V_{K2Y}$  разделено на  $\sum V_{K2Y}$ .

Строка № 1

$$W_{3K21} = 0.840 / \sum V_i = 0.170;$$

Строка № 2

$$W_{3K22} = 2.279 / \sum V_i = 0.481;$$

Строка № 3

$$W_{3K23} = 1.277 / \sum V_i = 0.262;$$

Строка № 4

$$W_{3K24} = 0.408 / \sum V_i = 0.087;$$

В результате получаем вектор приоритетов:

$$W_{3K2Y} = (0.170; 0.481; 0.262; 0.087),$$

где индекс 3 означает, что вектор приоритетов относится к третьему уровню иерархии критерия K2.

### К 3 – Количество услуг (Таблица 3.4.4);

Таблица 3.4.4 – Матрица сравнения по критерию 3.

K3	A1	A2	A3	A4	V <sub>K3Y</sub>	W <sub>3K3Y</sub>
A1	1	1/3	3	1/7	0.614788	0.105
A2	3	1	5	1/3	1.49535	0.249
A3	1/3	1/5	1	1/7	0.312394	0.054
A4	7	3	7	1	3.482	0.592
$\sum V_{K35}$					5.9045	

Определена относительная ценность каждого элемента.

Строка № 1

$$V_{K31} = (1 \times 1/3 \times 3 \times 1/7)^{1/4} = 0.614788;$$

Строка № 2

$$V_{K32} = (3 \times 1 \times 5 \times 1/3)^{1/4} = 1.49535;$$

Строка № 3

$$V_{K33} = (1/3 \times 1/5 \times 1 \times 1/7)^{1/4} = 0.312394;$$

Строка № 4

$$V_{K34} = (7 \times 3 \times 7 \times 1)^{1/5} = 3.482;$$

Проведена нормализация полученных чисел. Для этого определен нормирующий коэффициент  $\sum V_{K3Y}$ .

$$\sum V_{K3Y} = V_{K31} + V_{K32} + V_{K33} + V_{K34} = 5.9045.$$

Найдена важность приоритетов  $W_{3K2Y}$ , для этого каждое из чисел  $V_{K2Y}$  разделено на  $\sum V_{K2Y}$ .

Строка № 1

$$W_{3K31} = 0.614788 / \sum V_i = 0.105;$$

Строка № 2

$$W_{3K32} = 1.49535 / \sum V_i = 0.249;$$

Строка № 3

$$W_{3K33} = 0.312394 / \sum V_i = 0.054;$$

Строка № 4

$$W_{3K34} = 3.482 / \sum V_i = 0.592;$$

В результате получаем вектор приоритетов:

$$W_{3K3Y} = (0.105; 0.249; 0.054; 0.592),$$

где индекс 3 означает, что вектор приоритетов относится к третьему уровню иерархии критерия К3.

К 4 – Удалённость локации (Таблица 3.4.5);

Таблица 3.4.5 – Матрица сравнения по критерию 4.

K4	A1	A2	A3	A4	V <sub>K4Y</sub>	W <sub>3K4Y</sub>
A1	1	3	1/3	1	1	0.200
A2	1/3	1	1/5	1/3	0.386097	0.078
A3	3	5	1	3	2.59002	0.522
A4	1	3	1/3	1	1	0.200
$\sum V_{K4Y}$					4.976117	

Определена относительная ценность каждого элемента.

Строка № 1

$$V_{K41} = (1 \times 3 \times 1/3 \times 1)^{1/4} = 1;$$

Строка № 2

$$V_{K42} = (1/3 \times 1 \times 1/5 \times 1/3)^{1/4} = 0.386097;$$

Строка № 3

$$V_{K43} = (3 \times 5 \times 1 \times 3)^{1/4} = 2.59002;$$

Строка № 4

$$V_{K44} = (1 \times 3 \times 1/3 \times 1)^{1/4} = 1;$$

Проведена нормализация полученных чисел. Для этого определен нормирующий коэффициент  $\sum V_{K4Y}$ .

$$\sum V_{K4Y} = V_{K41} + V_{K42} + V_{K43} + V_{K44} = 4.976117.$$

Найдена важность приоритетов  $W_{3K4Y}$ , для этого каждое из чисел  $V_{K4Y}$  разделено на  $\sum V_{K4Y}$ .

Строка № 1

$$W_{3K41} = 1 / \sum V_i = 0.200;$$

Строка № 2

$$W_{3K42} = 0.386097 / \sum V_i = 0.078;$$

Строка № 3

$$W_{3K43} = 2.59002 / \sum V_i = 0.522;$$

Строка № 4

$$W_{3K44} = 1 / \sum V_i = 0.200;$$

В результате получаем вектор приоритетов:

$$W_{3K4Y} = (0.200; 0.078; 0.522; 0.200),$$

где индекс 3 означает, что вектор приоритетов относится к третьему уровню иерархии критерия K4.

## 1.5 Согласованность локальных приоритетов

Любая матрица суждений в общем случае не согласована, так как суждения отражают субъективные мнения ЛПР, а сравнение элементов, которые имеют количественные эквиваленты, может быть несогласованным из-за присутствия погрешности при проведении измерений. Совершенной согласованности парных сравнений даже в идеальном случае на практике достичь трудно. Нужен способ оценки степени согласованности при решении конкретной задачи.

Метод анализа иерархий дает возможность провести такую оценку.

Вместе с матрицей парных сравнений есть мера оценки степени отклонения от согласованности. Когда такие отклонения превышают установленные пределы тем, кто проводит решение задачи, необходимо их пересмотреть.

В таблице приведены средние значения индекса случайной согласованности (СИ) для случайных матриц суждений разного порядка.

В нашей задаче размерность матрицы  $n=5$ , тогда среднее значение индекса случайной согласованности  $СИ = 0.90$ .

Определены индекс согласованности и отношение согласованности для матрицы «Выбор лучшего пуховика» (Таблица 3.5.1).

Таблица 3.5.1 – Матрица «Выбор лучшего пуховика».

Цель	К 1	К 2	К 3	К 4	$W_{2i}$
К 1	1	1/3	4	7	0.313
К 2	3	1	3	7	0.508
К 3	1/4	1/3	1	4	0.132
К 4	1/7	1/7	1/4	1	0.046

Определена сумма каждого столбца матрицы суждений.

$$S_1 = 1 + 3 + 1/4 + 1/7 = 4.3928;$$

$$S_2 = 1/3 + 1 + 1/3 + 1/7 = 1.8095;$$

$$S_3 = 4 + 3 + 1 + 1/4 = 8.25;$$



$$S_4 = 7 + 7 + 4 + 1 = 19;$$

Полученный результат умножен на компоненту нормализованного вектора приоритетов, т.е. сумму суждений первого столбца на первую компоненту, сумму суждений второго столбца - на вторую и т.д.

$$P_1 = S_1 \times W_{21} = 1.3749;$$

$$P_2 = S_2 \times W_{22} = 0.919;$$

$$P_3 = S_3 \times W_{23} = 1.089;$$

$$P_4 = S_4 \times W_{24} = 0.874;$$

Сумма чисел  $P_j$  отражает пропорциональность предпочтений, чем ближе эта величина к  $n$  (числу объектов и видов действия в матрице парных сравнений), тем более согласованы суждения.

$$\lambda_{\max} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 4.266.$$

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности.

$$ИС = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) = 0.089.$$

Отношение индекса согласованности ИС к среднему значению случайного индекса согласованности СИ называется отношением согласованности ОС.

$$ОС = ИС/СИ = 0.098.$$

Значение ОС меньше или равное 0.10 считается приемлемым, значит матрица «Выбор Барбершопа» согласована.

K1 – Средний чек (Таблица 3.5.2).

K1	A1	A2	A3	A4	W <sub>3K1Y</sub>
A1	1	1/3	3	7	0.292
A2	3	1	3	7	0.511
A3	1/3	1/3	1	5	0.152
A4	1/7	1/7	1/5	1	0.045

Таблица 3.5.2 – Матрица сравнения по критерию 1.

Определяется сумма каждого столбца матрицы суждений.

$$S_{1\ K1} = 4.4761;$$

$$S_{2\ K1} = 1.80952;$$

$$S_{3\ K1} = 7.2;$$

$$S_{4\ K1} = 20;$$

Затем полученный результат умножен на компоненту нормализованного вектора приоритетов.

$$P_{1\ K1} = S_1 \times W_{3K11} = 1.30704;$$

$$P_{2\ K1} = S_2 \times W_{3K12} = 0.92466;$$

$$P_{3\ K1} = S_3 \times W_{3K13} = 1.0944;$$

$$P_{4\ K1} = S_4 \times W_{3K14} = 0.89999;$$

Найдена пропорциональность предпочтений.

$$\lambda_{\max\ K1} = P_{1K1} + P_{2K1} + P_{3K1} + P_{4K1} = 4.226.$$

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности.

$$ИС_{K1} = (\lambda_{\max\ K1} - n)/(n - 1) = 0.075.$$

Найдено отношение согласованности ОС.

$$ОС_{K1} = ИС/СИ = 0.08.$$

Значение ОС меньше или равное 0.10 считается приемлемым, значит матрица К 1 (Средний чек) согласована.

Определены индекс согласованности и отношение согласованности для матрицы К 2 – Рейтинг (Таблица 3.2.3).

*Таблица 3.2.3 – Матрица сравнения по критерию 2.*

K2	A1	A2	A3	A4	W <sub>3K2Y</sub>
A1	1	1/3	1/2	3	0.170
A2	3	1	3	3	0.481
A3	2	1/3	1	4	0.262
A4	1/3	1/3	1/4	1	0.087

Определена сумма каждого столбца матрицы суждений.

$$S_{1\ K2} = 6.333;$$

$$S_{2\ K2} = 1.999;$$

$$S_{3\ K2} = 4.75;$$

$$S_{4\ K2} = 11.$$

Затем полученный результат умножен на компоненту нормализованного вектора приоритетов.

$$P_{1\ K2} = S_1 \times W_{3\ K21} = 1.076;$$

$$P_{2\ K2} = S_2 \times W_{3\ K22} = 0.9619;$$

$$P_{3\ K2} = S_3 \times W_{3\ K23} = 1.2445;$$

$$P_{4\ K2} = S_4 \times W_{3\ K24} = 0.957;$$

Найдена пропорциональность предпочтений.

$$\lambda_{\max\ K2} = P_{1K2} + P_{2K2} + P_{3K2} + P_{4K2} = 4.244.$$

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности.

$$ИС_{K2} = (\lambda_{\max K2} - n)/(n - 1) = 0.081.$$

Найдено отношение согласованности ОС.

$$ОС_{K2} = ИС/СИ = 0.090.$$

Значение ОС меньше или равное 0.10 считается приемлемым, значит матрица К 2 (количество звезд) согласована.

Определены индекс согласованности и отношение согласованности для матрицы КЗ – Количество услуг (Таблица 3.2.4).

Таблица 3.2.4 – Матрица сравнения по критерию 3.

КЗ	A1	A2	A3	A4	W <sub>ЗКЗУ</sub>
A1	1	1/3	3	1/7	0.105
A2	3	1	5	1/3	0.249
A3	1/3	1/5	1	1/7	0.054
A4	7	3	7	1	0.592

Определена сумма каждого столбца матрицы суждений.

$$S_{1КЗ} = 11.333;$$

$$S_{2КЗ} = 4.533;$$

$$S_{3КЗ} = 16;$$

$$S_{4КЗ} = 1.619.$$

Затем полученный результат умножен на компоненту нормализованного вектора приоритетов.

$$P_{1КЗ} = S_1 \times W_{3КЗ1} = 1.189;$$

$$P_{2КЗ} = S_2 \times W_{3КЗ2} = 1.1288;$$

$$P_{3КЗ} = S_3 \times W_{3КЗ3} = 0.864;$$

$$P_{4КЗ} = S_4 \times W_{3КЗ4} = 0.958 \quad .$$

Найдем пропорциональность предпочтений.

$$\lambda_{\max КЗ} = P_{1КЗ} + P_{2КЗ} + P_{3КЗ} + P_{4КЗ} = 4.143.$$

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности.

$$ИС_{КЗ} = (\lambda_{\max КЗ} - n)/(n - 1) = 0.048.$$

Найдено отношение согласованности ОС.

$$OC_{K3} = IC/CI = 0.053.$$

Значение ОС меньше или равное 0.10 считается приемлемым, значит матрица К 3 согласована.

Определены индекс согласованности и отношение согласованности для матрицы К 4 – удаленность от локации(Таблица 3.5.5).

Таблица 3.2.5 – Матрица сравнения по критерию 4.

K4	A1	A2	A3	A4	W <sub>3K4Y</sub>
A1	1	3	1/3	1	0.200
A2	1/3	1	1/5	1/3	0.078
A3	3	5	1	3	0.522
A4	1	3	1/3	1	0.200

Определена сумма каждого столбца матрицы суждений.

$$S_{1K4} = 5.333;$$

$$S_{2K4} = 12;$$

$$S_{3K4} = 1.866;$$

$$S_{4K4} = 5.333.$$

Затем полученный результат умножен на компоненту нормализованного вектора приоритетов.

$$P_{1K4} = S_1 \times W_{3K41} = 1.066;$$

$$P_{2K4} = S_2 \times W_{3K42} = 0.935;$$

$$P_{3K4} = S_3 \times W_{3K43} = 0.974;$$

$$P_{4K4} = S_4 \times W_{3K44} = 1.066.$$

Найдена пропорциональность предпочтений.

$$\lambda_{\max K4} = P_{1K4} + P_{2K4} + P_{3K4} + P_{4K4} = 4.043.$$

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности.

$$ИС_{K4} = (\lambda_{\max K4} - n)/(n - 1) = 0.014.$$

Найдено отношение согласованности ОС.

$$OC_{K4} = IC/CI = 0.015.$$

Значение ОС меньше или равное 0,10 считается приемлемым, значит матрица К 4 (удаленность от ближайшей станции метро) согласована.



## 1.6 Синтез альтернатив

Векторы приоритетов и отношения согласованности определяются для всех матриц суждений, начиная со второго уровня.

Для определения приоритетов альтернатив локальные приоритеты умножены на приоритет соответствующего критерия на высшем уровне и найдены суммы по каждому элементу в соответствии с критериями, на которые воздействует этот элемент.

$$W_{2i} = (0.313; 0.508; 0.132; 0.046);$$

$$W_{3K1Y} = (0.292; 0.511; 0.152; 0.045);$$

$$W_{3K2Y} = (0.170; 0.481; 0.262; 0.087);$$

$$W_{3K3Y} = (0.105; 0.249; 0.054; 0.592);$$

$$W_{3K4Y} = (0.200; 0.078; 0.522; 0.200).$$

Приоритеты альтернатив получены следующим образом:

$$W_1 = W_{21} \times W_{3K11} + W_{22} \times W_{3K21} + W_{23} \times W_{3K31} + W_{24} \times W_{3K41} = 0.203701.$$

$$W_2 = W_{21} \times W_{3K12} + W_{22} \times W_{3K22} + W_{23} \times W_{3K32} + W_{24} \times W_{3K42} = 0.435739.$$

$$W_3 = W_{21} \times W_{3K13} + W_{22} \times W_{3K23} + W_{23} \times W_{3K33} + W_{24} \times W_{3K43} = 0.214747.$$

$$W_4 = W_{21} \times W_{3K14} + W_{22} \times W_{3K24} + W_{23} \times W_{3K34} + W_{24} \times W_{3K44} = 0.147126.$$

Таким образом, приоритеты альтернатив равны:

Альтернатива A1 (Метод) -  $W_1$  приоритет равен = 0.203701;

Альтернатива A2(FIDEL) -  $W_2$  приоритет равен = 0.435739;

Альтернатива A3 (БородаВайб) -  $W_3$  приоритет равен = 0.214747;

Альтернатива A4 (Бритва) –  $W_4$  приоритет равен = 0.147126.

## 1.7 Вывод

С помощью метода анализа иерархий мы получаем, что Альтернатива A1, является лучшей, т.к. её приоритет имеет наибольшее значение.

## 1.8 Результаты работы программы

```
наблюдается тенденция к снижению значения показателя  
Результат:  
      W1      W2      W3      W4  
[0.203701 0.435739 0.214747 0.147126]
```

Рисунок 2 – Вывод программы

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В процессе работы с методом анализа иерархий (МАИ) было проведено структурирование сложной проблемы на более простые элементы, определение важности каждого элемента относительно других, а также выбор наилучшего варианта решения из нескольких альтернативных вариантов. Этот метод позволил систематизировать информацию, учитывать различные критерии и ограничения, а также выявить оптимальное решение с учетом поставленных целей.

Плюсы метода анализа иерархий включают в себя:

1. Структурирование проблемы: МАИ помогает разбить сложную задачу на более простые компоненты, что облегчает анализ и принятие решений.
2. Учет приоритетов: Метод позволяет учитывать важность каждого элемента относительно других, что помогает определить наиболее значимые факторы.
3. Объективность: МАИ предоставляет критерии для объективного сравнения различных альтернатив и выбора наилучшего решения.

Однако метод анализа иерархий имеет и некоторые минусы:

1. Субъективность: Определение важности критериев и альтернатив может быть субъективным, что может повлиять на результаты анализа.
2. Сложность: Применение МАИ требует определенных знаний и навыков, что может быть сложно для неподготовленных специалистов.
3. Затраты времени: Проведение анализа с использованием метода анализа иерархий может потребовать значительного времени и усилий.

Тем не менее, несмотря на некоторые ограничения, метод анализа иерархий остается эффективным инструментом для принятия обоснованных решений в различных областях деятельности.

## **СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Болотова Л. С. Многокритериальная оптимизация. Болотова Л. С., Сорокин А. Б. [Электронный ресурс] / Метод. указания по вып. курсовой работы — М.: МИРЭА, 2015.
2. Сорокин А. Б. Методы оптимизации: гибридные генетические алгоритмы. Сорокин А. Б. [Электронный ресурс] / Учебно-метод. пособие — М.: МИРЭА, 2016.
3. Сорокин А. Б. Линейное программирование: практикум. Сорокин А. Б., Бражникова Е. В., Платонова О. В. [Электронный ресурс] / Учебно-метод. пособие — М.: МИРЭА, 2017.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Приложение А – Код реализации МАИ на языке Python.

## Приложение А

### Код реализации МАИ на языке Python.

*Листинг А.1. Реализация МАИ.*

```
k = [
    [1, 1/3, 4, 7],
    [3, 1, 3, 7],
    [1/4, 1/3, 1, 4],
    [1/7, 1/7, 1/4, 1],
]
a = [
    [1, 1/3, 3, 7],
    [3, 1, 3, 7],
    [1/3, 1/3, 1, 5],
    [1/7, 1/7, 1/5, 1],
]
b = [
    [1, 1/3, 1/2, 3],
    [3, 1, 3, 3],
    [2, 1/3, 1, 4],
    [1/3, 1/3, 1/4, 1],
]
c = [
    [1, 1/3, 3, 1/7],
    [3, 1, 5, 1/3],
    [1/3, 1/5, 1, 1/7],
    [7, 3, 7, 1],
]
d = [
    [1, 3, 1/3, 1],
    [1/3, 1, 1/5, 1/3],
    [3, 5, 1, 3],
    [1, 3, 1/3, 1],
]
def multiply_elements_and_raise(matrix):
```

*Продолжение листинга А.1. Реализация МАИ.*

```
global summ_multiplied_and_raised
multiplied_and_raised = []
for row in matrix:
    row_product = 1
    for element in row:
        row_product *= element
    row_result = row_product ** 0.25
    row_result = round(row_result, 3)
    multiplied_and_raised.append(row_result)
    summ_multiplied_and_raised = round(sum(multiplied_and_raised), 3)

divided_by_sum = []
for element in multiplied_and_raised:
    division_result = round(element / summ_multiplied_and_raised, 3)
    divided_by_sum.append(division_result)
return divided_by_sum

result_k = multiply_elements_and_raise(k)
result_a = multiply_elements_and_raise(a)
result_b = multiply_elements_and_raise(b)
result_c = multiply_elements_and_raise(c)
result_d = multiply_elements_and_raise(d)

combined_matrix = [list(row) for row in zip(result_a, result_b, result_c,
result_d)]
combined_matrix_transposed = [[combined_matrix[j][i] for j in
range(len(combined_matrix))] for i in
range(len(combined_matrix[0]))]

array = result_k
array2 = combined_matrix_transposed
```



*Продолжение листинга А.1. Реализация МАИ.*

```
import numpy as np

array_np = np.array(array)
array2_np = np.array(array2)

result = np.dot(array_np, array2_np)

print("Результат:")
print("      W1      W2      W3      W4")
print(result)
```