

|  |
| --- |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждениевысшего 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-04-21 Даурбеков М.И *(Ф. И.О. студента)*

Руководитель Железняк Л.М.

*(Ф.И.О. преподавателя)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Москва 2022

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc129693626)

[1 МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ 4](#_Toc129693627)

[1.1 Постановка задачи 4](#_Toc129693628)

[1.2 Построение шкалы относительной важности 4](#_Toc129693629)

[1.3 Синтез приоритетов 6](#_Toc129693630)

[1.4 Согласованность локальных приоритетов 13](#_Toc129693631)

[1.5 Синтез альтернатив 19](#_Toc129693632)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 21](#_Toc129693633)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 22](#_Toc129693634)

[ПРИЛОЖЕНИЯ 23](#_Toc129693635)

# ВВЕДЕНИЕ

Метод Анализа Иерархий – математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решения. Этот метод разработан американским математиком Томасом Л. Саати, который написал о нём книги, разработал программные продукты. МАИ позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения. Метод анализа иерархий используется во всем мире для принятия решений в разнообразных ситуациях: от управления на межгосударственном уровне до решения отраслевых и частных проблем в бизнесе, промышленности, здравоохранении и образовании.

# 1 МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

## 1.1 Постановка задачи

Предметная область: Высшие учебные заведения.

Задача: выбрать лучшее высшее учебное заведение.

В данной практической работе исследуется и используется метод Анализа Иерархий, позволяющий делать оптимальный выбор, на примере выбранной предметной области.

## 1.2 Построение шкалы относительной важности

Построим полную доминантную иерархию (см рис. 1.1).

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Выбор лучшего ВУЗа

**Рисунок 1.4 – Полная доминантная иерархия**

Критерии:

К1 – Проходной балл

K2 – Кол-во бюджетных мест

K3 – Цена

K4 – Рейтинг

K5 – Время поездки

Альтернативы:

A1 – Синергия

A2 - РАНХиГС

A3 - МГТУ им. Баума

A4 - РТУ МИРЭА

A5 - МГУ

После иерархического представления задачи необходимо установить приоритеты критериев и оценить каждую из альтернатив по критериям, определив наиболее важную их них.

В методе анализа иерархий элементы сравниваются попарно по отношению к их влиянию на общую для них характеристику.

Для облегчения работы введем шкалу относительной важности (табл. 1.1).

*Таблица 1.1 – Шкала относительности 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 |

## 1.3 Синтез приоритетов

Из групп парных сравнений формируется набор локальных критериев, которые выражают относительное влияние элементов на элемент, расположенный на уровне выше.

Составим обратно симметричную матрицу для парного сравнения критериев (табл. 1.2).

*Таблица 1.2 – Таблица парного сравнения критериев*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цель | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | Vi | W2i |
| K1 | 1 | 3 | 3 | 5 | 5 | 2.954 | 0.452 |
| K2 | 1/3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1.551 | 0.237 |
| K3 | 1/3 | 1/3 | 1 | 3 | 5 | 1.107 | 0.169 |
| K4 | 1/5 | 1/3 | 1/3 | 1 | 3 | 0.581 | 0.088 |
| K5 | 1/5 | 1/3 | 1/5 | 1/3 | 1 | 0.338 | 0.051 |
| ΣVi | | | | | | 6.531 |

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

Строка № 1

V1 = (1х3х3х5х 5)1/5 = 2.954

Строка № 2

V2 = (1/3х1х3х3х3)1/5 = 1.551

Строка № 3

V3 = (1/3х1/3х1х3х5)1/5 = 1,107

Строка № 4

V4 = (1/5х1/3х1/3х1х7)1/5 = 0.581

Строка № 5

V5 = (1/5х1/3х1/5х1/7х1)1/5 = 0.338

Находим сумму Vi и можем все вычисления переписывать в Таблицу 1.2.

∑Vi = V1+V2+V3+V4+V5 = 2,954+1,551+1,107+0,581+0,338 = 6.531

Далее каждое из чисел Vi делим на ∑Vi, в результате найдем важность приоритетов.

Строка № 1

W21= 2,954/6.531= 0.452

Строка № 2

W22= 1,551/6.531= 0.237

Строка № 3

W23= 1,107/6.531= 0.169

Строка № 4

W24= 0.581/6.531= 0.088

Строка № 5

W25= 0.338/6.531= 0.051

В результате получаем вектор приоритетов:

W2i = (0.452; 0.237; 0.169; 0.088; 0.051)

*Таблица 1.3 – Таблица критерия “Проходной балл”*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| K1 | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | VK1Y | W3K1Y |
| A1 | 1 | 1/3 | 1/3 | 1/9 | 1/9 | 0.267 | 0.031 |
| A2 | 3 | 1 | 1/3 | 1/9 | 1/9 | 0.415 | 0.048 |
| A3 | 3 | 3 | 1 | 1/7 | 1/7 | 0.712 | 0.083 |
| A4 | 9 | 9 | 7 | 1 | 1 | 3.553 | 0.418 |
| A5 | 9 | 9 | 7 | 1 | 1 | 3.553 | 0.418 |
| ΣVK1Y | | | | | | 8.5 |

Строка № 1

VK11 = (1x1/3x1/3x1/9x1/9)1/5 = 0.267

Строка № 2

VK12 = (3x1x1/3x1/9x1/9)1/5 = 0.415

Строка № 3

VK13 = (3x3x1x1/7x1/7)1/5 = 0.712

Строка № 4

VК14=(9х9х7х1х1)1/5= 3.553

Строка № 5

VК15=(9х9х7х1х1)1/5= 3.55

Находим сумму VК1Y и можем переписывать вычисления в Таблицу 1.3.

∑VК1Y= VК11+VК12+VК13+VК14+VК15 = 0.267+0.415+0.712+3,553+3,553 = 8,5

И каждое из чисел VК1Y делим на ∑ VК1Y, в результате найдем важность приоритетов.

Строка № 1

W3К11= 0.267/8,5= 0.031

Строка № 2

W3К12= 0.415/8,5= 0.048

Строка № 3

W3К13= 0.712/8,5= 0.083

Строка № 4

W3К14= 3,553/8,5= 0.418

Строка № 5

W3К15= 3,553 /8,5= 0.418

В результате получаем вектор приоритетов:

W3К1Y = (0.031; 0.048; 0.083; 0.418; 0.418)

*Таблица 1.4 - Таблица критерия “Кол-во бюджетных мест”*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| K2 | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | VK2Y | W3K2Y |
| A1 | 1 | 1/5 | 1/7 | 1/9 | 1/9 | 0.203 | 0,025 |
| A2 | 5 | 1 | 1/7 | 1/9 | 1/9 | 0.388 | 0,048 |
| A3 | 7 | 7 | 1 | 1/3 | 1/3 | 1.403 | 0,1755 |
| A4 | 9 | 9 | 3 | 1 | 1 | 3 | 0,375 |
| A5 | 9 | 9 | 3 | 1 | 1 | 3 | 0,375 |
| ΣVK2Y | | | | | | 7.995 |

Строка № 1

VK21 = (1х1/5х1/7х1/9х1/9)1/5= 0.203

Строка № 2

VK22 = (5х1х1/7х1/9х1/9)1/5= 0.388

Строка № 3

VK23 = (7х7х1х1/3х1/3)1/5= 1.403

Строка № 4

VК24=(9х9х3х1х1)1/5= 3

Строка № 5

VК25=(9х9х3х1х1)1/5= 3

Находим сумму VК2Y и можем переписывать вычисления в Таблицу 1.4.

∑VК2Y= 0.203+0.388+1.403+3+3 = 7,994.

И каждое из чисел VК2Y делим на ∑ VК2Y, в результате найдем важность приоритетов.

Строка № 1

W3К21= 0.203/7,995= 0,025

Строка № 2

W3К22= 0.388/7,995 = 0,048

Строка № 3

W3К23= 1.403/7,995= 0,1755

Строка № 4

W3К24= 3/7,995= 0,375

Строка № 5

W3К25= 3/7,995= 0,375

В результате получаем вектор приоритетов:

W3К2Y = (0,025; 0,048; 0,1755; 0,375; 0,375)

*Таблица 1.5 - Таблица критерия “Цена”*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| K2 | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | VK2Y | W3K2Y |
| A1 | 1 | 1/5 | 1/7 | 1/9 | 1/9 | 0.203 | 0,025 |
| A2 | 5 | 1 | 1/7 | 1/9 | 1/9 | 0.388 | 0,048 |
| A3 | 7 | 7 | 1 | 1/3 | 1/3 | 1.403 | 0,1755 |
| A4 | 9 | 9 | 3 | 1 | 1 | 3 | 0,375 |
| A5 | 9 | 9 | 3 | 1 | 1 | 3 | 0,375 |
| ΣVK2Y | | | | | | 7.995 |

Строка № 1

VK31 = (1х1/3х1/5х1/9х1/7)1/5= 0.254

Строка № 2

VK32 = (3х1х1/3х1/9х1/7)1/5= 0.4366

Строка № 3

VK33 = (5х3х1х1/7х1/3)1/5= 0.9349

Строка № 4

VК34=(9х9х7х1х2)1/5= 4.082

Строка № 5

VК35=(7х7х3х1/2х1)1/5= 2.3618

Находим сумму VК3Y и можем переписывать вычисления в Таблицу 1.5.

∑VК3Y= 0.254+0.4366+0.9349+4.082+2.3618= 8,0693

И каждое из чисел VК3Y делим на ∑ VК3Y, в результате найдем важность приоритетов.

Строка № 1

W3К31= 0.254/8,0693= 0,0314

Строка № 2

W3К32= 0.4366/8,0693= 0,0541

Строка № 3

W3К33= 0.9349/8,0693= 0,1158

Строка № 4

W3К34= 4.082/8,0693= 0,5058

Строка № 5

W3К35= 2.3618/8,0693= 0,2926

В результате получаем вектор приоритетов:

W3К3Y = (0,0314; 0,0541; 0,1158; 0,5058; 0,2926)

*Таблица 1.6 – Таблица критерия “Рейтинг”*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| K4 | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | VK4Y | W3K4Y |
| A1 | 1 | 1/3 | 1/5 | 1/9 | 1/9 | 0.2415 | 0.0293 |
| A2 | 3 | 1 | 1/7 | 1/9 | 1/7 | 0.3685 | 0.0448 |
| A3 | 5 | 7 | 1 | 1/5 | 1/3 | 1.1846 | 0.144 |
| A4 | 9 | 9 | 5 | 1 | 3 | 4.1391 | 0.5032 |
| A5 | 7 | 7 | 3 | 1/5 | 1 | 2.290 | 0.2784 |
| ΣVK4Y | | | | | | 8.224 |

Строка № 1

VK41 = (1х1/3х1/5х1/9х1/9)1/5= 0.2415

Строка № 2

VK42 = (3х1х1/7х1/9х1/7)1/5= 0.3685

Строка № 3

VK43 = (5х7х1х1/5х1/3)1/5= 1.1846

Строка № 4

VК44=(9х9х5х1х3)1/5= 4.1391

Строка № 5

VК45=(7х7х3х1/5х1)1/5= 2.290

Находим сумму VК4Y и можем переписывать вычисления в Таблицу 1.6.

∑VК4Y= 0.2415+0.3685+1.1846+4.1391+2.290 = 8.224

И каждое из чисел VК4Y делим на ∑ VК4Y, в результате найдем важность приоритетов.

Строка № 1

W3К41= 0.2415/8.224= 0.029

Строка № 2

W3К42= 0.3685/8.224= 0.0448

Строка № 3

W3К43= 1.1846/8.224= 0.144

Строка № 4

W3К44= 4.139/8.224= 0.5032

Строка № 5

W3К45= 2.290/8.224= 0.2784

В результате получаем вектор приоритетов:

W3К4Y = (0.029; 0.0448; 0.144; 0.5032; 0.2784)

*Таблица 1.7 – Таблица критерия “Время поездки”*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| K5 | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | VK5Y | W3K5Y |
| A1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 3.9362 | 0.5021 |
| A2 | 1/3 | 1 | 3 | 5 | 9 | 2.1411 | 0.2731 |
| A3 | 1/5 | 1/3 | 1 | 3 | 5 | 1 | 0.1275 |
| A4 | 1/7 | 1/5 | 1/3 | 1 | 5 | 0.5439 | 0.0693 |
| A5 | 1/9 | 1/9 | 1/5 | 1/5 | 1 | 0.2181 | 0.0278 |
| ΣVK5Y | | | | | | 7.839 |

Строка № 1

VK51 = (1x3x5x7x9)1/5= 3.9362

Строка № 2

VK52 = (1/3х1х3х5х9)1/5= 2.1411

Строка № 3

VK53 = (1/5х1/3х1х3х5)1/5= 1

Строка № 4

VК54=(1/7х1/5х1/3х1х5)1/5= 0.5439

Строка № 5

VК55=(1/9х1/9х1/5х1/5х1)1/5= 0.2181

Находим сумму VК5Y и можем переписывать вычисления в Таблицу 1.7.

∑VК5Y= 3.9362+2.1411+1+0.5439+0.2181= 7.839.

И каждое из чисел VК4Y делим на ∑ VК5Y, в результате найдем важность приоритетов.

Строка № 1

W3К51= 3.9362/7.839= 0.5021

Строка № 2

W3К52= 2.1411/7.839= 0.2731

Строка № 3

W3К53= 1/7.839= 0.1275

Строка № 4

W3К54= 0.5439/7.839= 0.0693

Строка № 5

W3К55= 0.2181/7.839= 0.0278

В результате получаем вектор приоритетов:

W3К5Y = (0.5021; 0.2731; 0.1275; 0.0693; 0.0278)

## 1.4 Согласованность локальных приоритетов

В таблице приведены средние значения индекса случайной согласованности (СИ) для случайных матриц суждений разного порядка. Ниже приведена Таблица 1.8.

*Таблица 1.8 – таблица СИ*

|  |  |
| --- | --- |
| Размер матрицы | Среднее значение  индекса случайной  согласованности  (СИ) |
| 1 | 0.00 |
| 2 | 0.00 |
| 3 | 0.58 |
| 4 | 0.90 |
| 5 | 1.12 |
| 6 | 1.24 |
| 7 | 1.32 |
| 8 | 1.41 |
| 9 | 1.45 |
| 10 | 1.49 |
| 11 | 1.51 |
| 12 | 1.48 |
| 13 | 1.56 |
| 14 | 1.57 |

В нашей задаче размерность матрицы n=5, тогда среднее значение индекса случайной согласованности СИ = 1,12.

Определим индекс согласованности и отношение согласованности для матрицы «Цель» (табл. 1.2).

Определяется сумма каждого столбца матрицы суждений.

S1 = 1 + 1/3 + 1/3 + 1/5 + 1/5 = 31/15

S2 = 3 + 1 + 1/3 + 1/3 + 1/3 = 5

S3 = 3 + 3 + 1 + 1/3 + 1/5 = 113/15

S4 = 5 + 3 + 3 + 1 + 1/3 = 37/3

S5 = 5 + 3 + 5 + 3 + 1 = 17

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

P1 = S1 x W21 = 31/15 х 0,452 = 0,934

P2 = S2 x W22 = 5 х 0,237 = 1,185

P3 = S3 x W23 = 113/15 х 0,169 = 1,2769

P4 = S4 x W24 = 37/3 х 0.089= 1,098

P5 = S5  x W25 = 17 х 0.0518 = 0,8807

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

λmax = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 = 0,934 + 1,185+ 1,2769+ 1,098 + 0,8807= 5,377

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности.

ИС = (λmax – n)/(n-1) = (5,377 – 5)/(5-1) = 0.09445

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

ОС = ИС/СИ = 0.09445/1.12 = 0.0843

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

Определим индекс согласованности и отношение согласованности для матрицы К1 «Проходной балл» (табл. 1.3).

Определяется сумма каждого столбца матрицы суждений.

S1K1 = 1 + 3 + 3 + 9 + 9 = 25

S2K1 = 1/3 + 1 + 3 + 9 + 9 = 22,33

S3K1 = 1/3 + 1/3 + 1 + 7 + 7 = 15.66

S4K1 = 1/9 + 1/9 + 1/7 + 1 + 1 = 2,365

S5K1 = 1/9 + 1/9 + 1/7 + 1 + 1 = 2,365

Затем полученный результат умножается на компоненту нормализованного вектора приоритетов.

P­1K1 = S1 x W3K11 = 25 х 0,031 = 0,786

P­2K1 = S2 x W3K12 = 22,33х 0,048 = 1,09

P­3K1 = S3 x W3K13 = 15.66 х 0,083 = 1,312

P­4K1 = S4 x W3K14 = 2,365х 0,418 = 0,988

P­5K1 = S5 x W3K15 = 2,365х 0,418 = 0,988

Находим пропорциональность предпочтений.

λmax K1 = 0,786 + 1,09 + 1,312 + 0,988 + 0,988 = 5.167

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности.

ИСK1 = (λmax K1 – n)/(n-1) = (5.167– 5)/(5-1) = 0,0417

Найдем отношением согласованности ОС.

ОС­K1 = ИС/СИ = 0,0417/1,12 = 0,0372

Значение ОС меньше или равное 0.10 считается приемлемым, значит матрица К1 «Проходной балл» согласована.

Определим индекс согласованности и отношение согласованности для матрицы К2 «Кол-во бюджетных мест» (табл. 1.4).

Определяется сумма каждого столбца матрицы суждений.

S1K2 = 1 + 5 + 7 + 9 + 9 = 31

S2K2 = 1/5 + 1 + 7 + 9 + 9 = 26,2

S3K2 = 1/7 + 1/7 + 1 + 3 + 3 = 7.285

S4K2 = 1/9 + 1/9 + 1/3 + 1 + 1 = 2.55

S5K2 = 1/9 + 1/9 + 1/3 + 1 + 1 = 2,55

Затем полученный результат умножается на компоненту нормализованного вектора приоритетов.

P­1K2 = S1 x W3K21 =31 х 0,025 = 0,7906

P­2K2 = S2 x W3K22 = 26,2х 0,048 = 1,272

P­3K2 = S3 x W3K23 = 7.285х 0,1755= 1,2788

P­4K2 = S4 x W3K24 = 2.55х 0,375= 0,9588

P­5K2 = S5 x W3K25 = 2.55х 0,375= 0,9588

Находим пропорциональность предпочтений.

λmax K2 = 0,7906+ 1,272+ 1,2788+ 0,9588 + 0,9588 = 5,259.

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности.

ИСK2 = (λmax K2 – n)/(n-1) = (5,259 – 5)/(5-1) = 0,0648

Найдем отношением согласованности ОС.

ОС­K2 = ИС/СИ = 0,0648/1,12 = 0,05789

Значение ОС меньше или равное 0.10 считается приемлемым, значит матрица К2 «Кол-во бюджетных мест» согласована.

Определим индекс согласованности и отношение согласованности для матрицы К3 «Цена» (табл. 1.5).

Определяется сумма каждого столбца матрицы суждений.

S1K3 = 1 + 3 + 5 + 9 + 7 = 25

S2K3 = 1/3 + 1 + 3 + 9 + 7 = 20.33

S3K3 = 1/5 + 1/3 + 1 + 7 + 3 = 11.533

S4K3 = 1/9 + 1/9 + 1/7 + 1 + 1/2 = 1.865

S5K3 = 1/7 + 1/7 + 1/3 + 2 + 1 = 3.619

Затем полученный результат умножается на компоненту нормализованного вектора приоритетов.

P­1K3 = S1 x W3K31 =25х 0,0314 = 0,787

P­2K3 = S2 x W3K32 = 20.33 х 0,0541= 1.1

P­3K3 = S3 x W3K33 = 11.533 х 0,1158 = 1,336

P­4K3 = S4 x W3K34 = 1.865 х 0,5058= 0.943

P­5K3 = S5 x W3K35 = 3.619 х 0,2926= 1,059

Находим пропорциональность предпочтений.

λmax K3 = 0,787 + 1.1 + 1,336 + 0.943 + 1,059 = 5,226

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности.

ИСK3 = (λmax K3 – n)/(n-1) = (5,226 – 5)/(5-1) = 0,056

Найдем отношением согласованности ОС.

ОС­K3 = ИС/СИ = 0,056/1,12 = 0,0504

Значение ОС меньше или равное 0.10 считается приемлемым, значит матрица К3 «Цена» согласована.

Определим индекс согласованности и отношение согласованности для матрицы К4 «Рейтинг» (табл. 1.6).

Определяется сумма каждого столбца матрицы суждений.

S1K4 = 1 + 3 + 5 + 9 + 7 = 27

S2K4 = 1/3 + 1 + 7 + 9 + 7 = 24,33

S3K4 = 1/5 + 1/7 + 1 + 5 + 3 = 9.342

S4K4 = 1/9 + 1/9 + 1/5 + 1 + 1/5 = 1,755

S5K4 = 1/9 + 1/7 + 1/3 + 3 + 1 = 4.587

Затем полученный результат умножается на компоненту нормализованного вектора приоритетов.

P­1K4 = S1 x W3K41 =27 х 0.0293= 0,7931

P­2K4 = S2 x W3K42 = 24,33х 0.0448= 1.0905

P­3K4 = S3 x W3K43 = 9.342х 0.144= 1,3458

P­4K4 = S4 x W3K44 = 1,755х 0.5032= 0,8835

P­5K4 = S5 x W3K45 = 4.587х 0.2784= 1,277

Находим пропорциональность предпочтений.

λmax K4 = 0,7931+ 1.0905 + 1,3458 + 0,8835 + 1,277= 5,3904.

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности.

ИСK4 = (λmax K4 – n)/(n-1) = (5,3904 – 5)/(5-1) = 0,0976

Найдем отношением согласованности ОС.

ОС­K4 = ИС/СИ = 0,0976/1,12 = 0,0871

Значение ОС меньше или равное 0.10 считается приемлемым, значит матрица К4 «Рейтинг» согласована.

Определим индекс согласованности и отношение согласованности для матрицы К5 «Время поездки».

Определяется сумма каждого столбца матрицы суждений.

S1K5 = 1 + 1/3 + 1/5 + 1/7+ 1/9 = 1,7873

S2K5 = 3 + 1 + 1/3 + 1/5 + 1/9 = 1.268

S3K5 = 5 + 3 + 1 + 1/3 + 1/5 = 9.533

S4K5 = 7 + 5 + 3 + 1 + 1/5 = 16.2

S5K5 = 9 + 9 + 5 + 5 + 1 = 29

Затем полученный результат умножается на компоненту нормализованного вектора приоритетов.

P­1K5 = S1 x W3K51 =1,7873х 0.5021= 0,8974

P­2K5 = S2 x W3K52 = 1.268 х 0.2731= 0.3462

P­3K5 = S3 x W3K53 = 9.533х 0.1275= 1,216

P­4K5 = S4 x W3K54 = 16.2 х 0.0693= 1.126

P­5K5 = S5 x W3K55 = 29 х 0,0278 = 0,806

Находим пропорциональность предпочтений.

λmax K5 = P1K5 + P2K5 + P3K5 + P4K5 + P5K5 = 0,8974 + 0.3462 + 1,216 + 1.126 + 0,806 = 5,3129

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности.

ИСK5 = (λmax K5 – n)/(n-1) = (5,3129 – 5)/(5-1) = 0,078

Найдем отношением согласованности ОС.

ОС­K5 = ИС/СИ = 0,078/1,12 = 0,069

Значение ОС меньше или равное 0.10 считается приемлемым, значит матрица К5 «Время поездки» согласована.

## 1.5 Синтез альтернатив

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

W2i = (0.452; 0.237; 0.169; 0.088; 0.051)

W3К1Y = (0.031; 0.048; 0.083; 0.418; 0.418)

W3К2Y = (0,025; 0,048; 0,1755; 0,375; 0,375)

W3К3Y = (0,0314; 0,0541; 0,1158; 0,5058; 0,2926)

W3К4Y = (0.029; 0.0448; 0.144; 0.5032; 0.2784)

W3К5Y = (0.5021; 0.2731; 0.1275; 0.0693; 0.0278)

Приоритеты альтернатив получим следующим образом:

W1 = W21 х W3К11 + W22 х W3К21 + W23 х W3К31 + W24 х W3К41 + W25 х W3К51 = 0,452 х 0,031 + 0,237 х 0,025 + 0,169 х 0,0314 + 0,088 х 0,029 + 0,051 х 0,5021 = 0,05425

W2 = W21 х W3К12 + W22 х W3К22 + W23 х W3К32 + W24 х W3К42 + W25 х W3К52 = 0,452 х 0.048 + 0,237 х 0.048 + 0,169 х 0,0541 + 0,088 х 0.0448+ 0,051 х 0.2731 = 0.0609

W3 = W21 х W3К13 + W22 х W3К23 + W23 х W3К33 + W24 х W3К43 + W25 х W3К53 = 0,452 х 0.083 + 0,237 х 0,1755+ 0,169 х 0,1158 + 0,088 х 0.144 + 0,051 х 0.1275 = 0.1186

W4 = W21 х W3К14 + W22 х W3К24 + W23 х W3К34 + W24 х W3К44 + W25 х W3К54 = 0,452 х 0.418 + 0,237 х 0,375 + 0,169 х 0,5058 + 0,088 х 0.5032 + 0,051 х 0.0693 = 0.4122

W5 = W21 х W3К15 + W22 х W3К25 + W23 х W3К35 + W24 х W3К45 + W25 х W3К55 = 0,452 х 0.418 + 0,237 х 0,375 + 0,169 х 0,2926 + 0,088 х 0.2784 + 0,051 х 0.0278 = 0.3539

Таким образом, приоритеты альтернатив равны:

Альтернатива А1 (Проходной балл) - W1 приоритет равен 0,05425;

Альтернатива А2 (Кол-во бюджетных мест) – W2 приоритет равен 0.0609;

Альтернатива А3 (Мощности двигателя) – W3 приоритет равен 0.1186;

Альтернатива А4 (Рейтинг) – W4 приоритет равен 0.4122;

Альтернатива А5 (Время поездки) – W5 приоритет равен 0.3539;

Наиболее перспективным с позиции метода анализа иерархий признается выбор ВУЗа А4 - РТУ МИРЭА. Однако видно, что выбор А5 - МГУ, оказывается тоже неплохим.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проектирования практической работы № 3 был изучен метод Анализа Иерархий, алгоритм его работы на примере выбранной предметной области. МАИ позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения. Для компьютерной поддержки МАИ существуют программные продукты, разработанные различными компаниями, что даёт нам понять, что в мире имеется спрос на данный метод.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон №127 от 23 августа 1996 г. «О науке и государственной научно-технической политике» (ред. от 23.05.2016) ― URL: <http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/> (Дата обращения: 07.02.2019)
2. Громов Г. Р. Очерки информационной технологии. — М.: ИнфоАрт, 2015. — 336 с.
3. Информатика: Учебник / Под ред. проф. Н. В. Макаровой. — М.: Финансы и статистика, 2015. — 768 с.
4. Качала В. В. Предварительное обследование при реорганизации управления предприятием // Третья Российская научно-практическая конференция «Реинжиниринг бизнес-процессов на основе современных информационных технологий». — М.: МЭСИ, 2012. — С. 248–253.
5. Надарая Э. А. Об оценке регрессии // Теория вероятностей и ее применения. — 2010. — Т. 9. — Вып. 1. — С. 157–159.
6. Пур А. Накопители XXI века // PC Magazine. — 2013. — № 4. — С.138−146.
7. Фурсов К.С. Анализ новейших международных рекомендаций в области статистического измерения исследований и разработок (Руководство Фраскати) и возможность их адаптации в отечественной статистике ― URL: <http://www.gks.ru/free_doc/new_site/rosstat/nms/prez2_1503.pdf> (Дата обращения: 07.02.2019)
8. Billings S. A., Fadzil M. B., Sulley J., Johnson P. M. Identification of a non-linear difference equation model of an industrial diesel generator // Mechanical Systems and Signal Processing. — 2015. – Vol. 2. — N 1. — P. 59–76.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А – Код практической работы № 3

**Приложение А**

*Листинг 1 - Код практической работы № 3*

|  |
| --- |
| from data import matrix   def synthesis\_of\_priorities(matrix):  sum\_V = 0   for line in matrix:  V = round(pow(line[0] \* line[1] \* line[2] \* line[3] \* line[4], 0.2), 3)  line.append(V)  sum\_V = round(sum\_V + V, 3)   for line in matrix:  W = round(line[5] / sum\_V, 3)  line.append(W)   return matrix   def synthesis\_of\_local\_priorities(matrix, id):  S1 = 0  S2 = 0  S3 = 0  S4 = 0  S5 = 0   for line in matrix:  S1 = S1 + line[0]  S2 = S2 + line[1]  S3 = S3 + line[2]  S4 = S4 + line[3]  S5 = S5 + line[4]   P1 = S1 \* matrix[0][6]  P2 = S2 \* matrix[1][6]  P3 = S3 \* matrix[2][6]  P4 = S4 \* matrix[3][6]  P5 = S5 \* matrix[4][6]   lamda = P1 + P2 + P3 + P4 + P5  index\_sogl = (lamda - 5) / 4  res\_sogl = index\_sogl / 1.12  print("Лямда =", lamda)  if res\_sogl <= 0.10:  print(f'\n> Матрица {id} согласована!')  print("\n------------------------------------------------------------")  else:  print('Матрица не согласована', res\_sogl)  print("\n------------------------------------------------------------")   def print\_matrix(matrix, id):   print()  print(id, end="\t\t")  for i in range(1, 6):  print(str(i), end="\t\t")  print('V\t\tW')   for j in range(0, 5):  for i in range(0, 7, 1):  if i == 0:  print(str(j + 1), end="\t\t")   line = round(float(matrix[j][i]), 1)  print(line, end='\t ')  print()   if \_\_name\_\_ == '\_\_main\_\_':  new\_purpose = matrix.purpose  main\_matrix = synthesis\_of\_priorities(new\_purpose)  print\_matrix(main\_matrix, 'Pur')  synthesis\_of\_local\_priorities(main\_matrix, 'Цель')   new\_durable = matrix.durable  K1 = synthesis\_of\_priorities(new\_durable)  print\_matrix(K1, 'K1')  synthesis\_of\_local\_priorities(K1, 'Проходной балл')   new\_controllability = matrix.controllability  K2 = synthesis\_of\_priorities(new\_controllability)  print\_matrix(K2, 'K2')  synthesis\_of\_local\_priorities(K2, 'Кол-во бюджетных мест')   new\_stability = matrix.stability  K3 = synthesis\_of\_priorities(new\_stability)  print\_matrix(K3, 'K3')  synthesis\_of\_local\_priorities(K3, 'Цена')   new\_count\_layer = matrix.count\_layers  K4 = synthesis\_of\_priorities(new\_count\_layer)  print\_matrix(K4, 'K4')  synthesis\_of\_local\_priorities(K4, 'Рейтинг')   new\_count\_bearings = matrix.count\_bearings  K5 = synthesis\_of\_priorities(new\_count\_bearings)  print\_matrix(K5, 'K5')  synthesis\_of\_local\_priorities(K5, 'Время поездки') |

*Листинг 2 - Код практической работы № 3*

|  |
| --- |
| purpose = [[1, 3, 3, 5, 5],  [0.33, 1, 3, 3, 3],  [0.33, 0.33, 1, 3, 5],  [0.2, 0.33, 0.33, 1, 3],  [0.2, 0.33, 0.2, 0.33, 1]]  durable = [[1, 0.33, 0.33, 0.11, 0.11],  [3, 1, 0.33, 0.11, 0.11],  [3, 3, 1, 0.14, 0.14],  [9, 9, 7, 1, 1],  [9, 9, 7, 1, 1]]  controllability = [[1, 0.2, 0.14, 0.11, 0.11],  [5, 1, 0.14, 0.11, 0.11],  [7, 7, 1, 0.33, 0.33],  [9, 9, 3, 1, 1],  [9, 9, 3, 1, 1]]  stability = [[1, 0.2, 0.14, 0.11, 0.11],  [5, 1, 0.14, 0.11, 0.11],  [7, 7, 1, 0.33, 0.33],  [9, 9, 3, 1, 1],  [9, 9, 3, 1, 1]]  count\_layers = [[1, 0.33, 0.2, 0.11, 0.11],  [3, 1, 0.14, 0.11, 0.14],  [5, 7, 1, 0.2, 0.33],  [9, 9, 5, 1, 3],  [7, 7, 3, 0.2, 1]]  count\_bearings = [[1, 3, 5, 7, 9],  [0.33, 1, 3, 5, 9],  [0.2, 0.33, 1, 3, 5],  [0.14, 0.2, 0.33, 1, 5],  [0.11, 0.11, 0.2, 0.2, 1]] |