Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Кафедра электронных вычислительных машин

Лабораторная работа №1

«Принятие решений в неструктурированных задачах

на основе методов экспертного анализа»

Вариант № 4

Выполнили Проверила:

студенты группы 050503: Герман Ю.О.

Кириллов В.И.

Сикорин А.С.

Минск 2023

**Цель работы:**

* изучение методов экспертного анализа, включая процедуры сбора экспертных оценок, их проверки и обработки;
* изучение возможностей применения методов экспертного анализа для поддержки принятия управленческих решений.

**Задание:**

Выбирается вариант развития энергетики в некотором малоосвоенном регионе. Предлагаются следующие варианты: 1) постройка крупной гидроэлектростанции (ГЭС) (А1); 2) постройка нескольких мелких ГЭС (А2); 3) постройка атомной электростанции (АЭС) (А3); 4) отказ от строительства электростанций и импорт энергии (А4).

Выбор одного из вариантов производится с участием трех экспертов. Мнения экспертов следующие:

* первый эксперт: лучший вариант - постройка АЭС, значительно хуже - постройка нескольких мелких ГЭС, еще немного хуже - постройка крупной ГЭС, самый худший вариант - импорт энергии;
* второй эксперт: лучший вариант - постройка крупной ГЭС, немного хуже - постройка АЭС, значительно хуже - импорт энергии, самый худший - постройка мелких ГЭС;
* третий эксперт: лучший вариант - постройка АЭС, хуже - импорт энергии, еще хуже - постройка мелких ГЭС, самый худший - постройка крупной ГЭС.

**Ход работы:**

1. **Алгоритм Саати**

Метод Саати основан на сравнении альтернатив, выполняемом одним экспертом. Для каждой пары альтернатив эксперт указывает, в какой степени одна из них предпочтительнее другой.

**1** На основе оценок первого эксперта заполняется матрица парных сравнений (см. таблицу 1.1) размером *N*x*N*, где *N* – количество альтернатив.

Таблица 1.1 — Матрица парных сравнений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A1 | A2 | A3 | A4 |
| A1 | 1 | 3 | 8 | 5 |
| A2 | 1/3 | 1 | 7 | 6 |
| A3 | 1/8 | 1/7 | 1 | 1/9 |
| A4 | 1/5 | 1/6 | 9 | 1 |

**2** Затем находятся цены альтернатив - средние геометрические строк матрицы:

*i* = 1,...,*N*.

Это означает, что элементы строки перемножаются, и из их произведения извлекается корень *N*-й степени.

Для данного примера:

**3** Находим сумму цен альтернатив:

В данном примере *C* = 3.31+ 1.93 + 0.21 + 0.74 = 6.20

**4** После этого находятся веса альтернатив:

*Vi* = *Ci*/*C*, *i* = 1,...,*N*.

*V*1 = 3.31/6.2 = 0.534; *V*2 = 1.93/6.2 = 0.312; *V*3 = 0.21/6.2 = 0.034; *V*4 = = 0.74/6.2 = 0.119

Наиболее предпочтительной, по мнению эксперта, является альтернатива, имеющая максимальный вес.

Таким образом, по мнению эксперта, наиболее эффективной является приобрести право на использование каналов связи; следующая за ней – запустить спутник связи, менее эффективна построить сеть наземных ретрансляторов, наименее эффективна проложить проводную линию связи.

Следующим шагом выполняется **проверка экспертных оценок на непротиворечивость**, которая позволяет выявить ошибки, которые мог допустить эксперт при заполнении матрицы парных сравнений.

**1** Для этого сначала находятся суммы столбцов матрицы парных сравнений:

 *j* = 1,...,*N*.

*R*1 = (1+1/3+1/8+1/5) = 1.66; *R*2 = 4.31; *R*3 = 25.0; *R*4 = 12.11

**2** Затем рассчитывается вспомогательная величина λ путем суммирования произведений сумм столбцов матрицы на веса альтернатив:



λ = 0.53 ⋅ 1.66 + 0.31 ⋅ 4.31 + 0.03 ⋅ 25 + 0.11 ⋅ 12.11 = 4.53

**3** Находим величину, называемаю индексом согласованности (*ИС*):

*ИС* = (λ - *N*)/(*N* - 1).

Для данного примера *ИС* = (4.53 - 4) / (4 - 1) = 0.177

**4** В зависимости от размерности матрицы парных сравнений находится величина случайной согласованности (*СлС*). В данном примере (для *N* = 4) *СлС* = 0.90

**5** Последним шагом находим отношение согласованности:

*ОС* = *ИС* / *СлС*

Если отношение согласованности превышает 0.2, то требуется уточнение матрицы парных сравнений.

В данном примере *ОС* = 0.177/0.9 = 0.196. Таким образом, уточнение экспертных оценок в данном случае не требуется.

1. **Метод предпочтений**

Метод основан на ранжировании альтернатив, выполняемом группой экспертов. Каждый из экспертов (независимо от других) выполняет ранжирование альтернатив, т.е. указывает, какая из альтернатив, по его мнению, является лучшей, какая - следующей за ней, и т.д.

**1** Каждому эксперту предлагается выполнить ранжирование альтернатив по предпочтению. В данном примере каждый эксперт присваивает номер 1 фактору, который (по его мнению) оказывает наибольшее влияние на рост производительности труда; 2 - следующему по важности фактору, и т.д. Оценки, указанные экспертами, сводятся в таблицу (матрицу) размером *M*x*N*, где *M* - количество экспертов, *N*- количество альтернатив (в данном примере - количество факторов роста производительности труда). Обозначим эти оценки как *Xij*, *i*=1,...,*M*, *j*=1,...,*N*.

Ранжирование альтернатив по предпочтению представлено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 — Матрица экспертных оценок

для метода предпочтений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эксперты | Альтернативы (факторы) | | | |
| A1 | A2 | A3 | A4 |
| 1 | 3 | 2 | 1 | 4 |
| 2 | 1 | 4 | 2 | 3 |
| 3 | 4 | 3 | 1 | 2 |

**2** Затем производится преобразование матрицы оценок по формуле:

*Bij* = *N* - *Xij*, *i*=1,...,*M*, *j*=1,...,*N*.

Это означает, что каждая экспертная оценка вычитается из количества альтернатив.

Для данного примера получена матрица, приведенная в таблице 3.2.

Таблица 2.2 — Преобразованная матрица экспертных

оценок для метода предпочтений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эксперты | Альтернативы (факторы) | | | |
| A1 | A2 | A3 | A4 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 0 |
| 2 | 3 | 0 | 2 | 1 |
| 3 | 0 | 1 | 3 | 2 |

**3** После этого находятся суммы преобразованных оценок по каждой из альтернатив:

 *j*=1,...,*N*.

В данном примере *С*1 = 1 + 3 + 0 = 4; *C*2 = 2 + 0 + 1 = 3; *C*3 = 8; *C*4 = 3.

**4** Находится сумма всех оценок:



В данном примере *C* = 4 + 3 + 8 + 3 = 18

**5** Затем находятся веса альтернатив:

*Vj* = *Cj*/*C*, *j*=1,...,*N*.

В данном примере *V*1 = 4/18 = 0.222; *V*2 = 3/18 = 0.167; *V*3 = 8/18 = 0.444; *V*4 = 3/28 = 0.167.

Чем больше вес, тем более предпочтительной является альтернатива (по мнению экспертов).

В данном примере самой предпочтительной альтернативой является постройка АЭС; следующая по важности альтернатива – постройка крупной ГЭС; и наименее важные альтернативы – постройка мелких ГЭС и импорт энергии.

Для **проверки согласованности мнений экспертов** вычисляется величина, называемая коэффициентом конкордации (*W*). Ее расчет выполняется в следующем порядке.

**1** Находятся суммы оценок, указанных экспертами для каждой из альтернатив:

 *j*=1,...,*N*.

В рассматриваемом примере *S*1 = 3 + 1 + 4 = 8; *S*2 = 2 + 4 + 3 = 9; *S*3 = 4; *S*4 = 9.

**2** Находится вспомогательная величина *A*:

*A* = *M* (*N* + 1)/2.

Для данного примера *A* = 3 (4 + 1)/2 = 7.5

**3** Находится вспомогательная величина S:



Для рассматриваемого примера:

*S* = (8 - 7.5)2 + (9 - 7.5)2 + (4 - 7.5)2 + (9 - 7.5)2 = 17

**4** Последним шагом находится коэффициент конкордации:

.

При *W* ≥ 0.5 степень согласованности экспертных оценок может считаться достаточной. При *W* <0.5 требуется уточнение и согласование экспертных оценок.

В данном примере *W* = 12 17 / (9 4 15) = 0.3778. Т.к. *W* <0.5, то ищем ошибку в мнениях экспертов. Судя по всему, эксперт номер 2 необъективен относительно 1 альтернативы, так как выбрал ее в качестве самой лучшей, несмотря на то что остальные эксперты считают ее одной из худших.

1. **Метод ранга**

Метод основан на балльных оценках альтернатив, указываемых несколькими экспертами. Каждый из экспертов (независимо от других) оценивает альтернативы по некоторой шкале (обычно - 10-балльной). Чем более предпочтительной (по мнению эксперта) является альтернатива, тем более высокий балл для нее указывается.

**1** Каждый эксперт указывает оценки альтернатив по 10-балльной шкале. Оценки, указанные экспертами, сводятся в матрицу размером *MXN*, где *M* - число экспертов, *N* - число альтернатив. Обозначим эти оценки как *Xij*, *i*=1,...,*M*, *j*=1,...,*N*.

Оценки экспертов представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 — Матрица экспертных оценок для

метода ранга

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эксперты | Альтернативы (факторы) | | | |
| A1 | A2 | A3 | A4 |
| 1 | 5 | 6 | 10 | 2 |
| 2 | 10 | 2 | 9 | 5 |
| 3 | 2 | 5 | 10 | 7 |

**2** Далее находятся суммарные оценки альтернатив всеми экспертами:

 *j*=1,...,*N*.

В данном примере *C*1 = 5 + 10 + 2 = 17; *C*2 = 6 + 2 + 5 = 13; *C*3 = 29; *C*4 = 14.

**3** Находится сумма всех оценок:



В примере *C* = 17 + 13 + 29 + 14 = 73

**4** После находятся веса альтернатив:

*Vj* = *Cj*/*C*, *j*=1,...,*N*.

Наиболее предпочтительной, по мнению экспертов, является альтернатива, имеющая максимальный вес.

В данном примере *V*1 = 17/73 = 0.233; *V*2 = 13/73 = 0.178; *V*3 = 29/73 = 0.397; *V*4 = 14/73 = 0.192.

В данном примере самой предпочтительной альтернативой является постройка АЭС; следующая по важности альтернатива – постройка крупной ГЭС; еще менее важная альтернатива – импорт энергии; наименее важная альтернатива – постройка мелких ГЭС.

Далее проводится **проверка согласованности экспертных оценок**. Как и для метода предпочтений, проверка согласованности экспертных оценок требуется для выявления существенных различий в мнениях экспертов и определения причин таких различий. Для этого рассчитываются дисперсии (оценки разброса) оценок для каждого эксперта и для каждой альтернативы. Расчет выполняется в следующем порядке.

**1** Сначала находятся средние оценки каждой альтернативы:

 *j*=1,...,*N*.

В данном примере  = 17/3 = 5.67;  = 13/3 = 4.33;  = 29/3 = 9.66;  = 14/3 = 4.67.

**2** Находятся дисперсии оценок каждого эксперта:

*D*э*i*= *i*=1,...,*M*.

Эта величина показывает отклонение оценок, указанных *i*-м экспертом для альтернатив, от средних оценок этих альтернатив. Чем больше эта величина, тем больше *отличие мнения i-го эксперта от остальных экспертов*.

В данном примере:

*D*э1 = ((5 – 5.67)2 + (6 – 4.33)2 + (10 - 9.67)2 + (2 – 4.67)2) = 3.48

*D*э2 = 8.26

*D*э3 = 6.48

**3** Находятся дисперсии оценок каждой альтернативы:

*D*a*j*= *j*=1,...,*N*.

Эта величина показывает различие оценок, указанных экспертами для *j*-й альтернативы. Чем больше эта величина, тем больше *расхождение мнений экспертов в отношении данной альтернативы*.

В данном примере:

*D*а1 = ((5 – 5.67)2 + (10 – 5.67)2 + (2 - 5.67)2) = 16.33

*D*а2 = 4.33

*D*а3 = 0.33

*D*а4 = 6.33

Если величина *D*э*i* оказывается большой (оценки *i*-го эксперта сильно отличаются от оценок, указанных другими экспертами), то *i*-му эксперту предлагается обосновать свои оценки. Если большой оказывается величина Dа*j* (оценки *j*-й альтернативы у экспертов сильно отличаются), то следует проанализировать причины таких расхождений.

Т.к. *D*э2 и *D*а1 наибольшие, то ищем ошибку в мнении 2 эксперта по 1 альтернативе. Судя по всему, эксперт номер 2 необъективен относительно 1 альтернативы, так как выбрал ее в качестве самой лучшей (балл 10), несмотря на то, что остальные эксперты считают ее одной из худших (оценки 5 и 2 соответственно).

**Вывод:**

В данной работе мы изучили методы экспертного анализа, включая процедуры сбора экспертных оценок, их проверки и обработки, а также возможности применения методов экспертного анализа для поддержки принятия управленческих решений. Также мы на практике столкнулись с расхождением мнений экспертов, благодаря чему смогли глубже понять вышеприведенные способы анализа для определения наилучшего из предложенных экспертами вариантов.