Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Системный анализ

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №1

«Принятие решений в неструктурированных задачах на основе методов экспертного анализа»

Вариант 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент группы 250502 |  | Бригадир А.С. |
| Преподаватель |  | Туровец Н.О. |

Минск 2025

# ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является:

– изучение методов экспертного анализа, включая процедуры сбора экспертных оценок, их проверки и обработки;

– изучение возможностей применения методов экспертного анализа для поддержки принятия управленческих решений.

# ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

На предприятии возникли сложности, связанные с нехваткой складских площадей для сырья. Предлагаются следующие варианты действий: 1) построить новый склад (А1); 2) приобрести складские помещения у другого предприятия (А2); 3) арендовать складские помещения у другого предприятия (А3); 4) изменить режим работы предприятия таким образом, чтобы сократить запасы на складах (А4).

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

− первый эксперт: лучший вариант - аренда склада, немного хуже - изменение режима работы, значительно хуже - приобретение склада у другого предприятия, еще хуже - строительство нового склада;

− второй эксперт: лучший вариант - изменение режима работы, хуже - аренда склада, еще хуже - строительство нового склада, самый худший вариант - приобретение склада у другого предприятия;

− третий эксперт: лучший вариант - строительство нового склада, немного хуже - изменение режима работы, еще немного хуже - аренда склада, значительно хуже - приобретение склада у другого предприятия.

# ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить теоретические сведения по лабораторной работе.

2. Получить задание на лабораторную работу (вариант 8).

3. На основе оценок первого эксперта найти веса вариантов решения, используя алгоритм Саати. Выполнить проверку экспертных оценок на непротиворечивость.

4. Выбрать рациональное решение, используя метод предпочтений. Выполнить проверку экспертных оценок на согласованность. При выявлении несогласованности экспертных оценок указать ее причины, т.е. указать, для каких альтернатив имеются существенные различия в указанных экспертами оценках, или какие эксперты указали оценки, существенно отличающиеся от оценок других экспертов.

5. Выбрать рациональное решение, используя метод ранга. Выполнить проверку экспертных оценок на согласованность. При выявлении несогласованности экспертных оценок указать ее причины (аналогично тому, как указано для метода предпочтений).

# ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

## 4.1 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.

На основе оценок первого эксперта заполняется матрица парных сравнений размером *N*x*N*, где *N* – количество альтернатив.

Матрица заполняется по правилам, приведенным в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Правила заполнения матрицы парных сравнений по методу Саати

|  |  |
| --- | --- |
| *Xij* | Значение |
| 1 | *i*-я и *j*-я альтернативы примерно равноценны |
| 3 | *i*-я альтернатива немного предпочтительнее *j*-й |
| 5 | *i*-я альтернатива предпочтительнее *j*-й |
| 7 | *i*-я альтернатива значительно предпочтительнее *j*-й |
| 9 | *i*-я альтернатива явно предпочтительнее *j*-й |

Матрица парных сравнений представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица парных сравнений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | А1 | А2 | А3 | А4 |
| А1 | 1 | 1/3 | 1/9 | 1/7 |
| А2 | 3 | 1 | 1/7 | 1/5 |
| А3 | 9 | 7 | 1 | 3 |
| А4 | 7 | 5 | 1/3 | 1 |

Затем находятся цены альтернатив - средние геометрические строк матрицы:

*i* = 1,...,*N*. (4.1)

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

.

Находим сумму цен альтернатив:

(4.2)

В данном примере *C* = 6.37.

После этого находятся веса альтернатив:

*Vi* = *Ci*/*C*, *i* = 1,...,*N* (4.3)

*V*1 = 0.042, *V*2 = 0.085, *V*3 = 0.582, *V*4 = 0.290.

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

Таким образом, по мнению эксперта, наиболее эффективной является арендовать складские помещения у другого предприятия (А3), следующая за ней – изменить режим работы предприятия таким образом, чтобы сократить запасы на складах (А4), менее эффективна – приобрести складские помещения у другого предприятия (А2), наименее эффективна – построить новый склад (А1).

Следующим шагом выполняется проверка экспертных оценок на непротиворечивость, которая позволяет выявить ошибки, которые мог допустить эксперт при заполнении матрицы парных сравнений. Для этого сначала находятся суммы столбцов матрицы парных сравнений:

 *j* = 1,...,*N* (4.4)

*R*1 = 20.0, *R*2 = 13.33, *R*3 = 1.59, *R*4 = 4.34.

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

 (4.5)

λ = 4.165.

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

*ИС* = (λ - *N*)/(*N* - 1). (4.6)

Для данного примера *ИС* = (4.165- 4) / (4 – 1) = 0.055.

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

Последним шагом находим отношение согласованности:

ОС = ИС / СлС (4.7)

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

В данном примере *ОС* = 0.055/0.9 = 0.061. Таким образом, уточнение экспертных оценок в данном случае требуется.

## 4.2 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 4.3.

Таблица 4.3 – Матрица экспертных оценок для метода предпочтений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эксперты | А1 | А2 | А3 | А4 |
| 1 | 4 | 3 | 1 | 2 |
| 2 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 3 | 1 | 4 | 3 | 2 |

Затем производится преобразование матрицы оценок по формуле:

*Bij* = *N* - *Xij*, *i*=1,...,*M*, *j*=1,...,*N* (4.8)

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

Для данного примера получена матрица, приведенная в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Преобразованная матрица экспертных оценок для метода предпочтений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эксперты | А1 | А2 | А3 | А4 |
| 1 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 2 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| 3 | 3 | 0 | 1 | 2 |

После этого находятся суммы преобразованных оценок по каждой из альтернатив:

 *j*=1,...,*N* (4.9)

В данном примере *С*1 = 4, *C*2 = 1, *C*3 = 6, *C*4 = 7.

Находится сумма всех оценок:

 (4.10)

В данном примере *C* = 18.

Затем находятся веса альтернатив:

*Vj* = *Cj*/*C*, *j*=1,...,*N* (4.11)

В данном примере *V*1 = 0.222, *V*2 = 0.056 , *V*3 = 0.333, *V*4 = 0.389.

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

В данном примере самыми предпочтительными альтернативами являются изменить режим работы предприятия таким образом, чтобы сократить запасы на складах (А4) и арендовать складские помещения у другого предприятия (А3); следующая по важности альтернатива – построить новый склад (А1); наименее важная альтернатива – приобрести складские помещения у другого предприятия (А2).

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

Находятся суммы оценок, указанных экспертами для каждой из альтернатив:

 *j*=1,...,*N* (4.12)

В рассматриваемом примере *S*1 = 8; *S*2 = 11; *S*3 = 6; *S*4 = 5.

Находится вспомогательная величина *A*:

*A* = *M* (*N* + 1)/2 (4.13)

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

Находится вспомогательная величина S:

 (4.14)

Для рассматриваемого примера *S* = 21.

Последним шагом находится коэффициент конкордации:

 (4.15)

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* = 0.467. Таким образом, уточнение экспертных оценок не требуется. Мнения экспертов в отношении влияния рассматриваемых факторов на производительность труда достаточно близки друг к другу.

## 4.3 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.

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 4.5

Таблица 4.5 – Матрица экспертных оценок для метода ранга

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эксперты | А1 | А2 | А3 | А4 |
| 1 | 5 | 3 | 10 | 9 |
| 2 | 5 | 2 | 7 | 10 |
| 3 | 10 | 5 | 8 | 9 |

Далее находятся суммарные оценки альтернатив всеми экспертами:

 j=1,...,N (4.16)

В данном примере C1 = 20, C2 = 10, C3 = 25, C4 = 28.

Находится сумма всех оценок:

 (4.17)

В примере C = 83.

После находятся веса альтернатив:

Vj = Cj/C, j=1,...,N (4.18)

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

В данном примере V1 = 0.241, V2 = 0.120; V3 = 0.301, V4 = 0.337.

Таким образом, в данном примере самой предпочтительной альтернативой является изменить режим работы предприятия таким образом, чтобы сократить запасы на складах (А4); следующая по важности альтернатива – арендовать складские помещения у другого предприятия (А3); еще менее важная – построить новый склад (А1); наименее важная альтернатива приобрести складские помещения у другого предприятия (А2).

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.

Сначала находятся средние оценки каждой альтернативы:

 j=1,...,N (4.19)

В данном примере  = 6.67, = 3.33,  = 8.33,  = 9.33.

Находятся дисперсии оценок каждого эксперта:

Dэi= i=1,...,M (4.20)

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:

Dэ1  = 1.926, Dэ2 = 2.259, Dэ3 = 4,704.

Находятся дисперсии оценок каждой альтернативы:

Daj= j=1,...,N (4.21)

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:

Dа1 = 2.333, Dа2 = 8.333, Dа3 = 2.333, Dа4 = 0.333.

Если величина Dэi 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 Dаj (оценки j-й альтернативы у экспертов сильно отличаются), то следует проанализировать причины таких расхождений.

В данном примере, возможно, следует предложить обосновать свои оценки третьему эксперту. Кроме того, следует обратить внимание на разброс оценок второй альтернативы.