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 № 5

Выполнил Проверил:

ст. гр. 150504: Туровец Н. О.

Горбачевский К.В.

Минск 2024

1. **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.

1. **Постановка задачи**
2. Изучить теоретические сведения по лабораторной работе.
3. Получить задание на лабораторную работу.
4. На основе оценок первого эксперта найти веса вариантов решения, используя алгоритм Саати. Выполнить проверку экспертных оценок на непротиворечивость.
5. 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.
6. 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).

Для всех расчетов использовать табличный процессор Excel.

**Вариант A.5**

В процессе работы химического комбината возникают опасные отходы. Требуется выбрать способ их переработки или ликвидации. Предлагаются следующие способы: 1) заключить договор с зарубежным предприятием о вывозе и переработке отходов (А1); 2) построить сооружения для захоронения отходов (А2); 3) построить предприятие по переработке отходов (А3); 4) перепрофилировать комбинат, переведя его на выпуск другой продукции, при которой будет значительно меньше опасных отходов (А4).

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

* первый эксперт: лучший вариант - построить предприятие по переработке отходов, хуже - заключить договор о вывозе отходов, еще хуже - построить сооружения для захоронения отходов, значительно хуже - перепрофилировать комбинат;
* второй эксперт: лучший вариант - заключить договор о вывозе отходов, немного хуже - построить сооружения для захоронения отходов, еще немного хуже - построить предприятие по переработке отходов, значительно хуже - перепрофилировать комбинат;
* третий эксперт: лучший вариант - построить предприятие по переработке отходов, хуже - заключить договор о вывозе отходов, значительно хуже - перепрофилировать комбинат, еще хуже - построить сооружения для захоронения отходов.

1. **Выполнение работы**
   1. **Метод Саати**

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

Предприятие предполагает начать выпуск некоторой новой продукции. Для этого потребуется дополнительная тепловая энергия. Предлагаются следующие варианты действий: 1) заключить договор с зарубежным предприятием о вывозе и переработке отходов (А1); 2) построить сооружения для захоронения отходов (А2); 3) построить предприятие по переработке отходов (А3); 4) перепрофилировать комбинат, переведя его на выпуск другой продукции, при которой будет значительно меньше опасных отходов (А4).

Решение о выборе альтернативы принимается на основе консультации с первым экспертом.

Решение на основе метода Саати принимается в следующем порядке.

1. Заполняется матрица парных сравнений размером *N\*N*, где *N* – количество альтернатив.

Таблица 3.1 Матрица парных сравнений

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

1. Находятся цены альтернатив – средние геометрические строк матрицы.

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

1. Находится сумма цен альтернатив.

.

1. Находятся веса альтернатив.

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

* Таким образом, по мнению первого эксперта, наиболее эффективным является построить предприятие по переработке отходов, хуже - заключить договор о вывозе отходов, еще хуже - построить сооружения для захоронения отходов, значительно хуже - перепрофилировать комбинат;

**Проверка экспертных оценок на непротиворечивость**. Проверка позволяет выявить ошибки, которые мог допустить эксперт при заполнении матрицы парных сравнений.

1. Находятся суммы столбцов матрицы парных решений.

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

*R*1= 1+1/3+3+1/5 = 4,53

*R*2= 3+1+5+1/3 = 9.33

*R*3= 1/3+1/5+1+1/7 = 1.68

*R*4= 5+3+7+1 = 16

2) Рассчитывается вспомогательная величина λ путем суммирования произведений сумм столбцов матрицы на веса альтернатив:

.

λ = 4,53∙0,26 + 9,33∙0,11 + 1,68∙0,56 + 16∙0,05 = 4,11

1. Находится величина, называемая индексом согласованности (*ИС*):

*ИС* = (λ-*N*)/(*N*-1) = (4,11-4) / (4-1) = 0,03958

4) В таблице величин случайной согласованности находится величина случайной согласованности (*СлС*). Значение *СлС = 0,90* (для N=4).

5) Находится отношение согласованности. Если отношение согласованности превышает 0,2, то требуется уточнение матрицы парных сравнений.

*ОС* = *ИС* / *СлС* = 0,03958 / 0,9 = 0,0439

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.

Требуется выбрать способ переработки или ликвидации отходов:

1) заключить договор с зарубежным предприятием о вывозе и переработке отходов (А1);

2) построить сооружения для захоронения отходов (А2);

3) построить предприятие по переработке отходов (А3);

4) перепрофилировать комбинат, переведя его на выпуск другой продукции, при которой будет значительно меньше опасных отходов (А4).

1. Каждому эксперту предлагается выполнить ранжирование альтернатив по предпочтению. Каждый эксперт присваивает номер 1 фактору, который (по его мнению) будет лучшим способом переработки или ликвидации отходов; 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. Обозначим эти оценки как *Xij*, *i*=1,...,*M*, *j*=1,...,*N*.

Таблица 3.2 – Матрица экспертных оценок для метода предпочтений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Эксперты*** | ***Альтернативы(методы)*** | | | |
| ***А1*** | ***А2*** | ***А3*** | ***А4*** |
| ***1*** | 2 | 3 | 1 | 4 |
| ***2*** | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ***3*** | 2 | 4 | 1 | 3 |

2. 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.

Таблица 3.3 - Преобразованная матрица экспертных оценок   
для метода предпочтений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Эксперты*** | ***Альтернативы(методы)*** | | | |
| ***А1*** | ***А2*** | ***А3*** | ***А4*** |
| ***1*** | 2 | 1 | 3 | 0 |
| ***2*** | 3 | 2 | 1 | 0 |
| ***3*** | 2 | 0 | 3 | 1 |

3. Находятся суммы преобразованных оценок по каждой из альтернатив:

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

4. Находится сумма всех оценок:

 *С* = 7 + 3 + 7 +1 = 18.

5. Находятся веса альтернатив: *Vj* = *Cj*/*C*, *j*=1,...,*N*.

*V1 =* 7 / 18 = 0.39 *V3 =* 7 / 18 = 0.39

*V2 =* 3 / 18 = 0.16 *V4 =* 1 / 18 = 0.05

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

Наиболее предпочтительным способом является заключить договор с зарубежным предприятием о вывозе и переработке отходов или построить предприятие по переработке отходов, хуже - построить сооружения для захоронения отходов, наименее предпочтительным является перепрофилировать комбинат, переведя его на выпуск другой продукции, при которой будет значительно меньше опасных отходов.

**Проверка согласованности экспертных оценок**. Проверка согласованности необходима, чтобы выяснить, не было ли резких различий в суждениях экспертов. Если мнения экспертов резко различаются, то следует выявить причины таких различий и, возможно, уточнить некоторые оценки.

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*.

*S1 = 2+1+2=5*

*S2 = 3+2+4=9*

*S3 = 1+3+1=5*

*S4 = 4+4+3=11*

2) Находится вспомогательная величина *A*:

*A* = *M*(*N*+1)/2 = 3(4+1)/2 = 7.5

3) Находится вспомогательная величина S:



*S = (5-7.5)2 + (9-7.5)2 +(5-7.5)2 +(11-7.5)2 = 27.*

4) Находится коэффициент конкордации:

.

При *W*≥0,5 степень согласованности экспертных оценок может считаться достаточной. При *W*<0,5 требуется уточнение и согласование экспертных оценок.

Мнения экспертов в отношении способов утилизации отходов достаточно близки друг к другу (согласованность экспертных оценок).

* 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 *M\*N*, где *M* - число экспертов, *N* - число альтернатив. Обозначим эти оценки как *Xij*, *i*=1,...,*M*, *j*=1,...,*N*.

Таблица 3.4 – Матрица экспертных оценок для метода ранга

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Эксперты*** | ***Альтернативы(методы)*** | | | |
| ***А1*** | ***А2*** | ***А3*** | ***А4*** |
| ***1*** | 8 | 6 | 10 | 3 |
| ***2*** | 10 | 9 | 8 | 5 |
| ***3*** | 8 | 3 | 10 | 5 |

2. Находятся суммарные оценки альтернатив всеми экспертами:

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

*C1 = 8 + 10 +8 =26 C3 = 10 + 8 +10 =28*

*C2 = 6 + 9 +3 =18 C4 = 3 +5 +5 =13*

3. Находится сумма всех оценок:

 *С* = 26 + 18 + 28 +13 = 85.

4. Находятся веса альтернатив: *Vj* = *Cj*/*C*, *j*=1,...,*N*.

*V1 =* 26 / 85 = 0.30 *V3 =* 28 / 85 = 0.33

*V2 =* 18 / 85 = 0.21 *V4 =* 13 / 85 = 0.15

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

Наиболее предпочтительным способом решения проблемы отходов является построить предприятие по переработке отходов (А3); немного хуже – заключить договор (A1), значительно хуже – построить сооружение захоронения (A2), еще хуже перепрофилировать предприятие (A4).

**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. Находятся средние оценки каждой альтернативы:

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

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.

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.

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*а2 наибольшие, возможно, следует предложить обосновать свои оценки второму эксперту. Кроме того, следует обратить внимание на разброс оценок второй альтернативы.

1. **Вывод**

В данной работе были изучены методы экспертного анализа, включая процедуры сбора экспертных оценок, их проверки и обработки. Также была проанализирована ситуация, когда эксперты разошлись во мнении, что дало большее понимание вышеприведенных способов анализа для определения наилучшего из предложенных экспертами вариантов.