

БГУИР

Кафедра ЭВМ

Отчет по лабораторной работе № 1

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

Вариант 1

Выполнил:
студент группы 150502
Альхимович Н.Г.

Проверил:
Селезнев А.И.

Минск
2024

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить методы экспертного анализа, включая процедуры сбора экспертных оценок, их проверки и обработки.

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К РАБОТЕ

Негосударственному предприятию требуется в короткие сроки получить дополнительную денежную сумму. Для этого имеются следующие возможности: 1) банковский кредит (A1); 2) сдача части производственных помещений в аренду (A2); 3) продажа части производственных помещений (A3); 4) продажа части акций предприятия (A4).

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

- первый эксперт: лучший способ - аренда, немного хуже - банковский кредит, еще хуже - продажа части акций, намного хуже - продажа помещений;
- второй эксперт: лучший способ - банковский кредит, хуже - аренда, примерно такой же (немного хуже) - продажа акций, намного хуже - продажа помещений;
- третий эксперт: лучший способ - банковский кредит, немного хуже - аренда, значительно хуже - продажа помещений, еще хуже - продажа части акций.

3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

3.1 Общая характеристика и классификация методов экспертного анализа

Все виды задач, связанных с принятием решений, в зависимости от возможностей математического описания можно разделить на следующие виды:

- хорошо структурированные задачи – могут быть выражены формально (т.е. в виде уравнений, неравенств и т.д.). Такие задачи решаются на основе методов математического программирования, например, линейного программирования;
- неструктурированные задачи – описываются только на содержательном уровне (в словесной форме);
- слабоструктурированные задачи – содержат как количественные, так и качественные элементы.

Методы экспертных оценок предназначены в основном для решения неструктурированных задач.

Методы экспертного анализа представляют собой совокупность процедур, направленных на получение от специалиста (эксперта) информации,

необходимой для принятия решения. Эти методы основаны на опыте, знаниях и интуиции специалистов-экспертов.

Информация, полученная от экспертов, подвергается обработке на основе математических (статистических) методов.

Процесс принятия решения на основе методов экспертного анализа включает следующие основные этапы:

- определение цели экспертизы;
- формирование группы экспертов;
- разработка сценария и процедур экспертизы;
- сбор и анализ экспертной информации;
- проверка экспертной информации на непротиворечивость;
- обработка экспертной информации;
- анализ результатов экспертизы и принятие решения. Классификация методов экспертного анализа приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Классификация методов экспертного анализа

Признак для классификации	Виды методов экспертного анализа	Описание	Примеры
Количество участвующих экспертов	Индивидуаль-ные	Решение принима-ется на основе суждений одного эксперта	Алгоритм Саати
	Коллективные	Решение принима-ется на основе суждений группы экспертов	Метод ранга, метод предпочтений, метод Дельфи, метод мозгового штурма
Количество этапов получения и обработки информации	Одноэтапные	Выполняется обработка информации, полученной от экспертов, и на ее ос-нове принимается решение	Алгоритм парных сравнений для группы экспертов
	Многоэтапные	В случае существен-ного расхождения мнений экспертов производится их уточнение и согласование	Метод Дельфи
Результаты экспертизы	Методы выработки альтернатив	Результат – решение, подготовленное экспертами	Метод мозгового штурма
	Методы анализа альтернатив	Результат – выбор лучшего из решений, предложенных экспертам для анализа	Метод парных сравнений, метод ранга, метод предпочтений
	Методы прогнозирования	Результат – прогноз состояния некоторого объекта или процесса	Метод Дельфи

3.2 Методы парных сравнений. Метод Саати

Метод парных сравнений основан на попарном сравнении альтернатив. Для каждой пары альтернатив эксперт указывает, какая из альтернатив предпочтительнее.

Существует ряд алгоритмов, реализующих метод парных сравнений: они различаются по количеству используемых экспертных оценок (индивидуальные и коллективные оценки), по шкалам сравнения альтернатив и т.д.

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

Экспертом заполняется матрица парных сравнений размером $N \times N$, где N – количество альтернатив. Матрица заполняется по правилам, приведенным в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Правила заполнения матрицы парных сравнений по методу Саати

X_{ij}	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

Если i -я альтернатива менее предпочтительна, чем j -я, то указываются обратные оценки ($1/3$, $1/5$, $1/7$, $1/9$). Могут использоваться промежуточные оценки (2, 4, 6, 8 и $1/2$, $1/4$, $1/6$, $1/8$).

3.3 Метод предпочтений

Метод основан на ранжировании альтернатив, выполняемом группой экспертов. Каждый из экспертов (независимо от других) выполняет ранжирование альтернатив.

3.4 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).

4 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

4.1 Нахождение весов вариантов решения, используя алгоритм Саати

Матрица парных сравнений, заполненная на основе оценок первого эксперта, приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Матрица парных сравнений

A	A1	A2	A3	A4
A1	1	1/3	5	3
A2	3	1	8	5
A3	1/5	1/8	1	1/4
A4	1/3	1/5	4	1

Цена альтернатив – средние геометрические строк матрицы:

$$C_i = \sqrt[N]{\prod_{j=1}^N X_{ij}}$$

$$C_1 = \sqrt[4]{1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 5 \cdot 3} = 1,5, C_2 = 3,3, C_3 = 0,28, C_4 = 0,72$$

Сумма цен альтернатив: $C = 1,5 + 3,3 + 0,28 + 0,72 = 5,8$.

Веса альтернатив:

$$V_i = \frac{C_i}{C}$$

$$V_1 = \frac{1,5}{5,8} = 0,26, V_2 = 0,57, V_3 = 0,05, V_4 = 0,12$$

Таким образом, по мнению первого эксперта, наиболее эффективной является сдача части производственных помещений в аренду; следующая за ней – банковский кредит, менее эффективна продажа части акций предприятия, наименее эффективна продажа части производственных помещений.

4.2 Проверка экспертных оценок на непротиворечивость

Суммы столбцов матрицы парных сравнений:

$$R_j = \sum_{i=1}^N X_{ij}$$

$$R_1 = 1 + 3 + \frac{1}{5} + \frac{1}{3} = 4,53, R_2 = 1,66, R_3 = 18, R_4 = 9,25$$

Вспомогательная величина λ :

$$\lambda = \sum_{j=1}^N R_j \cdot V_j$$

$$\lambda = 4,53 \cdot 0,26 + 1,66 \cdot 0,57 + 18 \cdot 0,05 + 9,25 \cdot 0,12 = 4,13$$

Индекс согласованности:

$$\text{ИС} = \frac{\lambda - N}{N - 1} = 0,043$$

Величина случайной согласованности (СлС) для матрицы парных сравнений размера 4х4 – 0,90.

Отношение согласованности:

$\text{ОС} = \text{ИС} / \text{СлС} = 0,047 < 0,2$. Значит, уточнение экспертных оценок в данном случае не требуется.

4.3 Выбор рационального решения, используя метод предпочтений

Матрица экспертных оценок, заполненная на основе оценок трех экспертов, приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица экспертных оценок

Эксперты	Альтернативы			
	A1	A2	A3	A4
1	2	1	4	3
2	1	2	4	3
3	1	2	3	4

Преобразованная матрица экспертных оценок, заполненная на основе формулы ($B_{ij} = N - X_{ij}$), приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Преобразованная матрица экспертных оценок

Эксперты	Альтернативы			
	A1	A2	A3	A4
1	2	3	0	1
2	3	2	0	1
3	3	2	1	0

Суммы преобразованных оценок по каждой из альтернатив:

$$C_1 = 2 + 3 + 3 = 8, C_2 = 7, C_3 = 1, C_4 = 2$$

Сумма всех оценок: $C = 8 + 7 + 1 + 2 = 18$.

Веса альтернатив:

$$V_1 = \frac{8}{18} = 0,4, V_2 = 0,39, V_3 = 0,06, V_4 = 0,1$$

Таким образом, наиболее рациональным решением является банковский кредит; следующая по предпочтению альтернатива – сдача части производственных помещений в аренду; еще менее предпочтительная – продажа части акций предприятия; наименее предпочтительная альтернатива – продажа части производственных помещений.

4.4 Проверка экспертных оценок на согласованность

Для проверки согласованности мнений экспертов необходимо вычислить коэффициент конкордации (W).

Суммы оценок, указанных экспертами для каждой из альтернатив:

$$S_1 = 2 + 1 + 1 = 4, S_2 = 5, S_3 = 11, S_4 = 10$$

Вспомогательная величина A:

$$A = \frac{M(N+1)}{2} = \frac{3(4+1)}{2} = 7,5$$

Вспомогательная величина S:

$$S = \sum_{j=1}^N (S_j - A)^2$$

$$S = (4 - 7,5)^2 + (5 - 7,5)^2 + (11 - 7,5)^2 + (10 - 7,5)^2 = 37$$

Коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot S}{M^2 \cdot N \cdot (N^2 - 1)} = 0,82 \geq 0,5$$

Значит, степень согласованности экспертных оценок может считаться достаточной и их уточнение не требуется. Мнения экспертов в отношении выбора наиболее рационального решения достаточно близки друг к другу.

4.5 Выбор рационального решения, используя метод ранга

Матрица экспертных оценок, заполненная на основе оценок трех экспертов, приведена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Матрица экспертных оценок

Эксперты	Альтернативы			
	A1	A2	A3	A4
1	9	10	4	6
2	10	8	4	7
3	10	9	5	4

Суммарные оценки альтернатив всеми экспертами:

$$C_1 = 9 + 10 + 10 = 29, C_2 = 27, C_3 = 13, C_4 = 17$$

Сумма всех оценок: $C = 29 + 27 + 13 + 17 = 86$.

Веса альтернатив:

$$V_1 = \frac{29}{86} = 0,34, V_2 = 0,31, V_3 = 0,15, V_4 = 0,2$$

Таким образом, наиболее рациональным решением является банковский кредит; следующая по предпочтению альтернатива – сдача части производственных помещений в аренду; еще менее предпочтительная – продажа части акций предприятия; наименее предпочтительная альтернатива – продажа части производственных помещений.

4.6 Проверка экспертных оценок на согласованность

Проверка согласованности экспертных оценок требуется для выявления существенных различий в мнениях экспертов и определения причин таких различий.

Для этого необходимо рассчитать дисперсии (оценки разброса) оценок для каждого эксперта и для каждой альтернативы.

Средние оценки каждой альтернативы:

$$\bar{X}_j = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M X_{ij}$$

$$\bar{X}_1 = \frac{C_1}{N} = \frac{29}{3} = 9,67, \bar{X}_2 = 9, \bar{X}_3 = 4,33, \bar{X}_4 = 5,67$$

Дисперсии оценок каждого эксперта – величины, показывающие отклонение оценок, указанных i -м экспертом для альтернатив, от средних оценок этих альтернатив:

$$D_{\varepsilon i} = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (X_{ij} - \bar{X}_j)^2$$

$$D_{\varepsilon 1} = \frac{1}{3} ((9 - 9,67)^2 + (10 - 9)^2 + (4 - 4,33)^2 + (6 - 5,67)^2) = 0,56$$

$$D_{\varepsilon 2} = 0,1$$

$$D_{\varepsilon 3} = 1,12$$

Дисперсии оценок каждой альтернативы – величины, показывающие различие оценок, указанных экспертами для j -й альтернативы:

$$D_{aj} = \frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (X_{ij} - \bar{X}_j)^2$$

$$D_{a1} = \frac{1}{2} ((9 - 9,67)^2 + (10 - 9,67)^2 + (10 - 9,67)^2) = 0,33$$

$$D_{a2} = 1$$

$$D_{a3} = 0,33$$

$$D_{a4} = 2,33$$

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

5 ВЫВОДЫ

Таким образом, в ходе лабораторной работы были выявлены наиболее предпочтительные альтернативы на основе оценок трех экспертов посредством методов Саати, предпочтений и ранга. А также были проведены проверки на непротиворечивость и согласованности экспертных оценок с целью нахождения наиболее рационального и обоснованного решения.