

БГУИР

Кафедра ЭВМ

Отчет по лабораторной работе № 2

Тема: «Решение слабоструктурированных задач на основе метода
анализа иерархий»

Вариант 1

Выполнил:
студент группы 150502
Альхимович Н.Г.

Проверил:
Селезнев А.И.

Минск
2024

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить принципы решения слабоструктурированных задач на основе выбора множества недоминируемых альтернатив и метода анализа иерархий.

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К РАБОТЕ

Предприятие – производитель изделий бытовой электроники выбирает торговую фирму для заключения с ней договора о распространении своей продукции. Имеется шесть торговых фирм, о которых известно следующее.

Фирма	ТФ1	ТФ2	ТФ3	ТФ4	ТФ5	ТФ6
Опыт работы с данной продукцией, лет	5	2	6	5	7	4
Уровень развития торговой сети	развитая	развита я	развита я	средняя	средняя (немного хуже, чем у ТФ4)	средняя (немного лучше, чем у ТФ4 и ТФ5)
Репутация	сомнительная	хорошая	средняя	хорошая	средняя	хорошая

Важность критериев оценивается двумя экспертами.

По мнению первого эксперта, основной критерий – репутация, менее важный – опыт работы, еще менее важный – уровень развития торговой сети.

По мнению второго эксперта, основной критерий – репутация, менее важный – уровень развития торговой сети, еще менее важный – опыт работы.

3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

3.1 Понятие слабоструктурированной задачи

Слабоструктурированные задачи – задачи, в постановке которых имеются как объективные данные (числовые соотношения, формулы и т.д.), так и субъективные, т.е. оценки или требования, заданные человеком, решающим данную задачу.

Типичный пример слабоструктурированных задач – задачи многокритериального выбора альтернатив (решений).

Как правило, одна альтернатива не может быть лучшей по всем (или хотя бы почти всем) критериям.

Оценки по критериям могут иметь различный вид: числовые (например, стоимость, производительность, срок годности и т.д.), качественные (“отлично”, “хорошо”, “плохо”, “удобно”, “неудобно”, “надежно” и т.д.), критерии типа “да-нет” (выражающие наличие или отсутствие некоторого качества) и т.д.

Кроме того, критерии могут быть различны по важности, т.е. при выборе решения требуется в большей степени обращать внимание на одни критерии, в меньшей – на другие.

Для решения таких задач применяются методы системного анализа, представляющие собой комбинацию математических методов и методов экспертного анализа.

3.2 Выбор множества Парето

Выбор множества Парето-оптимальных решений (множества Парето) представляет собой отбор перспективных альтернатив, из которых затем отбирается одна (лучшая) альтернатива.

Множество Парето представляет собой множество альтернатив, обладающих следующим свойством: любая из альтернатив, входящих во множество Парето, хотя бы по одному критерию лучше любой другой альтернативы, входящей в это множество.

Поэтому множество Парето называют также множеством недоминируемых альтернатив: в нем отсутствуют альтернативы, явно (по всем критериям) отстающие от какой-либо другой альтернативы.

Выбор множества Парето производится следующим образом. Все альтернативы попарно сравниваются друг с другом по всем критериям. Если при сравнении каких-либо альтернатив (обозначим их как A_i и A_j) оказывается, что одна из них (например, A_j) не лучше другой ни по одному критерию, то ее можно исключить из рассмотрения. Исключенную альтернативу (в данном случае – альтернативу A_j) не требуется сравнивать с другими альтернативами, так как она явно неперспективна.

Как правило, во множество Парето входит несколько альтернатив. Поэтому выбор множества Парето не обеспечивает принятия окончательного решения (выбора одной лучшей альтернативы), однако позволяет сократить количество рассматриваемых альтернатив, т.е. упрощает принятие решения.

3.3 Выбор рационального решения на основе метода анализа иерархий

Решение задачи начинается с построения иерархического представления задачи, включающего все элементы, учитываемые при ее решении (в данном случае – альтернативы и критерии).

На первом уровне в иерархическом представлении задач, решаемых методом анализа иерархий, всегда указывается один элемент – выбор (цель). На втором уровне указаны критерии, по которым делается выбор, на третьем – альтернативы, из которых делается выбор с учетом критериев.

Затем выполняется попарное сравнение всех элементов, учитываемых при решении задачи. Сравнение состоит в указании экспертных оценок превосходства (или, наоборот, отставания) элементов задачи относительно друг друга. Сначала сравниваются критерии по их важности. Затем сравниваются альтернативы по каждому критерию. Для этого заполняются матрицы парных сравнений.

На основании матриц парных сравнений вычисляются оценки важности критериев, оценки предпочтительности альтернатив по каждому из критериев и, наконец, обобщенные оценки предпочтительности альтернатив.

Глобальные приоритеты альтернатив находятся следующим образом: локальные приоритеты альтернативы относительно критериев умножаются на приоритеты соответствующих критериев; эти произведения складываются.

4 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

4.1 Выбор множества Парето

Для выбора множества Парето необходимо попарно сравнивать альтернативы.

ТФ1 и ТФ2: по критерию «опыт работы с данной продукцией» альтернатива ТФ1 лучше, чем ТФ2; по критерию «уровень развития торговой сети» альтернативы одинаковы; по критерию «репутация» альтернатива ТФ2 лучше, чем ТФ1. Таким образом, ни одну из альтернатив исключить нельзя, так как по некоторым критериям лучше одна, а по другим – другая.

ТФ1 и ТФ3: по критерию «опыт работы с данной продукцией» ТФ3 лучше, чем ТФ1; по критерию «уровень развития торговой сети» альтернативы одинаковы; по критерию «репутация» альтернатива ТФ3 лучше, чем ТФ1. Таким образом, альтернативу ТФ1 следует исключить из рассмотрения, так как она явно не лучшая из имеющихся. Сравнивать с ТФ1 остальные альтернативы (ТФ4, ТФ5, ТФ6) не требуется.

ТФ2 и ТФ3: по критерию «опыт работы с данной продукцией» альтернатива ТФ3 лучше, чем ТФ2; по критерию «уровень развития торговой сети» альтернативы одинаковы; по критерию «репутация» альтернатива ТФ2 лучше, чем ТФ3. Ни одна из альтернатив не исключается, так как (как и в предыдущих случаях) ни одна из них не уступает другой по всем критериям сразу.

ТФ2 и ТФ4: по критерию «опыт работы с данной продукцией» альтернатива ТФ4 лучше, чем ТФ2; по критерию «уровень развития торговой

сети» альтернатива ТФ2 лучше, чем ТФ4; по критерию «репутация» альтернативы одинаковы. Ни одна из альтернатив не исключается.

ТФ2 и ТФ5: по критерию «опыт работы с данной продукцией» альтернатива ТФ5 лучше, чем ТФ2; по критерию «уровень развития торговой сети» альтернатива ТФ2 лучше, чем ТФ5; по критерию «репутация» альтернатива ТФ2 лучше, чем ТФ5. Ни одна из альтернатив не исключается.

ТФ2 и ТФ6: по критерию «опыт работы с данной продукцией» альтернатива ТФ6 лучше, чем ТФ2; по критерию «уровень развития торговой сети» альтернатива ТФ2 лучше, чем ТФ6; по критерию «репутация» альтернативы одинаковы. Ни одна из альтернатив не исключается.

ТФ3 и ТФ4: по критерию «опыт работы с данной продукцией» альтернатива ТФ3 лучше, чем ТФ4; по критерию «уровень развития торговой сети» альтернатива ТФ3 лучше, чем ТФ4; по критерию «репутация» альтернатива ТФ4 лучше, чем ТФ3. Ни одна из альтернатив не исключается.

ТФ3 и ТФ5: по критерию «опыт работы с данной продукцией» альтернатива ТФ5 лучше, чем ТФ3; по критерию «уровень развития торговой сети» альтернатива ТФ3 лучше, чем ТФ5; по критерию «репутация» альтернативы одинаковы. Ни одна из альтернатив не исключается.

ТФ3 и ТФ6: по критерию «опыт работы с данной продукцией» альтернатива ТФ3 лучше, чем ТФ6; по критерию «уровень развития торговой сети» альтернатива ТФ3 лучше, чем ТФ6; по критерию «репутация» альтернатива ТФ6 лучше, чем ТФ3. Ни одна из альтернатив не исключается.

ТФ4 и ТФ5: по критерию «опыт работы с данной продукцией» альтернатива ТФ5 лучше, чем ТФ4; по критерию «уровень развития торговой сети» альтернатива ТФ4 лучше, чем ТФ5; по критерию «репутация» альтернатива ТФ4 лучше, чем ТФ5. Ни одна из альтернатив не исключается.

ТФ4 и ТФ6: по критерию «опыт работы с данной продукцией» альтернатива ТФ4 лучше, чем ТФ6; по критерию «уровень развития торговой сети» альтернатива ТФ6 лучше, чем ТФ4; по критерию «репутация» альтернативы одинаковы. Ни одна из альтернатив не исключается.

ТФ5 и ТФ6: по критерию «опыт работы с данной продукцией» альтернатива ТФ5 лучше, чем ТФ6; по критерию «уровень развития торговой сети» альтернатива ТФ6 лучше, чем ТФ5; по критерию «репутация» альтернатива ТФ6 лучше, чем ТФ5. Ни одна из альтернатив не исключается.

Таким образом, во множество Парето вошли альтернативы ТФ2, ТФ3, ТФ4, ТФ5, ТФ6. Именно из них будет затем выбираться лучшая альтернатива.

4.2 Составление матриц парных сравнений для решения задачи методом анализа иерархий

Иерархическое представление для рассматриваемой задачи приведено на рисунке 4.1.

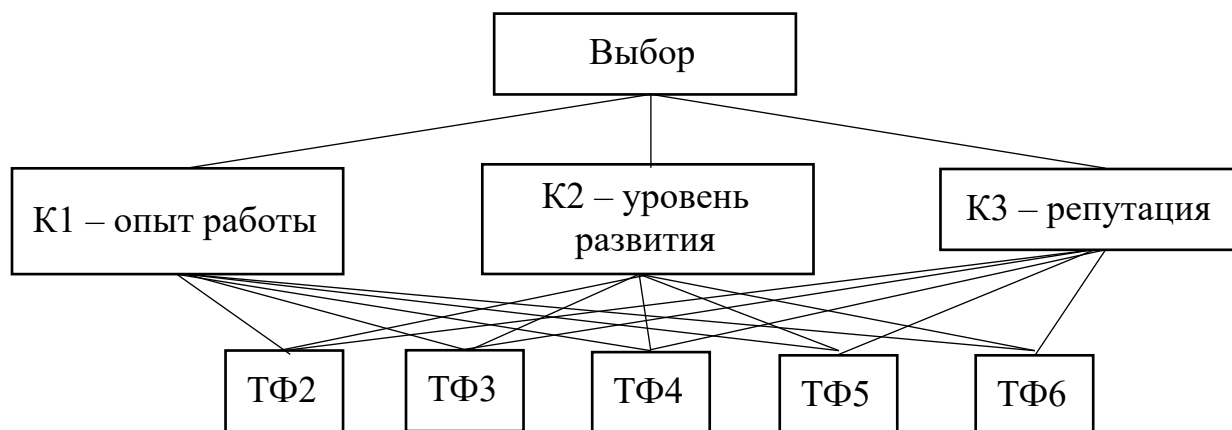


Рисунок 4.1 – Иерархическое представление многокритериальной задачи для решения методом анализа иерархий

Далее необходимо сравнить критерии по их важности. По мнению первого эксперта, основной критерий – репутация (К3), менее важный – опыт работы (К1), еще менее важный – уровень развития торговой сети (К2). Матрица парных сравнений критериев для данной задачи приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Матрица парных сравнений критериев по важности

	К1	К2	К3
К1	1	3	1/3
К2	1/3	1	1/5
К3	3	5	1

Средние геометрические строк матрицы:

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

$$C_1 = \sqrt[3]{1 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3}} = 1, C_2 = 0,41, C_3 = 2,47$$

Сумма цен альтернатив: $C = 1 + 0,41 + 2,47 = 3,87$.

Локальные приоритеты:

$$L_{Ki} = \frac{C_i}{C}$$

$$L_{K1} = \frac{1}{3,87} = 0,26, L_{K2} = 0,1, L_{K3} = 0,64$$

Затем выполняется сравнение альтернатив по каждому из критериев.

Сравнение альтернатив по критерию «опыт работы» приведено в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица парных сравнений альтернатив по критерию «опыт работы»

	ТФ2	ТФ3	ТФ4	ТФ5	ТФ6
ТФ2	1	1/5	1/4	1/6	1/3
ТФ3	5	1	2	1/2	3
ТФ4	4	1/2	1	1/3	2
ТФ5	6	2	3	1	4
ТФ6	3	1/3	1/2	1/4	1

Средние геометрические строк матрицы:

$$C_2 = \sqrt[5]{1 \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{3}} = 0,31, C_3 = 1,72, C_4 = 1,06, C_5 = 2,7, C_6 = 0,66$$

Сумма цен альтернатив: $C = 0,31 + 1,72 + 1,06 + 2,7 + 0,66 = 6,45$.

Локальные приоритеты альтернатив относительно критерия К1:

$$L_{ТФi}^{K1} = \frac{C_i}{C}$$

$$L_{ТФ2}^{K1} = \frac{0,31}{6,45} = 0,05, L_{ТФ3}^{K1} = 0,27, L_{ТФ4}^{K1} = 0,16, L_{ТФ5}^{K1} = 0,42, L_{ТФ6}^{K1} = 0,1$$

Чем больше локальный приоритет, тем лучше альтернатива по данному критерию. В данном случае видно, что по критерию «опыт работы» лучшая фирма – ТФ5, худшая – ТФ2.

Сравнение альтернатив по критерию «уровень развития торговой сети» приведено в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Матрица парных сравнений альтернатив по критерию «уровень развития торговой сети»

	ТФ2	ТФ3	ТФ4	ТФ5	ТФ6
ТФ2	1	1	5	6	4
ТФ3	1	1	5	6	4
ТФ4	1/5	1/5	1	2	1/2
ТФ5	1/6	1/6	1/2	1	1/3
ТФ6	1/4	1/4	2	3	1

Средние геометрические строк матрицы:

$$C_2 = \sqrt[5]{1 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 4} = 2,61, C_3 = 2,61, C_4 = 0,53, C_5 = 0,34, C_6 = 0,82$$

Сумма цен альтернатив: $C = 2,61 + 2,61 + 0,53 + 0,34 + 0,82 = 6,9$.

Локальные приоритеты альтернатив относительно критерия К2:

$$L_{ТФi}^{K2} = \frac{C_i}{C}$$

$$L_{ТФ2}^{K2} = \frac{2,61}{6,9} = 0,38, L_{ТФ3}^{K2} = 0,38, L_{ТФ4}^{K2} = 0,08, L_{ТФ5}^{K2} = 0,05, L_{ТФ6}^{K2} = 0,12$$

По критерию «уровень развития торговой сети» лучшие фирмы – ТФ2 и ТФ3, худшая – ТФ5.

Сравнение альтернатив по критерию «репутация» приведено в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Матрица парных сравнений альтернатив по критерию «репутация»

	ТФ2	ТФ3	ТФ4	ТФ5	ТФ6
ТФ2	1	5	1	5	1
ТФ3	1/5	1	1/5	1	1/5
ТФ4	1	5	1	5	1
ТФ5	1/5	1	1/5	1	1/5
ТФ6	1	5	1	5	1

Средние геометрические строк матрицы:

$$C_2 = \sqrt[5]{1 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 1} = 1,9, C_3 = 0,38, C_4 = 1,9, C_5 = 0,38, C_6 = 1,9$$

Сумма цен альтернатив: $C = 1,9 + 0,38 + 1,9 + 0,38 + 1,9 = 6,47$.

Локальные приоритеты альтернатив относительно критерия К3:

$$L_{ТФi}^{K3} = \frac{C_i}{C}$$

$$L_{ТФ2}^{K3} = \frac{1,9}{6,47} = 0,29, L_{ТФ3}^{K3} = 0,06, L_{ТФ4}^{K3} = 0,29, L_{ТФ5}^{K3} = 0,06, L_{ТФ6}^{K3} = 0,29$$

По критерию «репутация» лучшие фирмы: ТФ2, ТФ4 и ТФ6, худшие: ТФ3 и ТФ5.

4.3 Выбор лучшей альтернативы на основе метода анализа иерархий

Глобальные приоритеты альтернатив, учитывающие предпочтения альтернатив по каждому из критериев, а также важность этих критериев:

$$\begin{aligned} G_{ТФ2} &= L_{ТФ2}^{K1} \cdot L_{K1} + L_{ТФ2}^{K2} \cdot L_{K2} + L_{ТФ2}^{K3} \cdot L_{K3} \\ &= 0,05 \cdot 0,26 + 0,38 \cdot 0,1 + 0,29 \cdot 0,64 = 0,24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_{ТФ3} &= L_{ТФ3}^{K1} \cdot L_{K1} + L_{ТФ3}^{K2} \cdot L_{K2} + L_{ТФ3}^{K3} \cdot L_{K3} \\ &= 0,27 \cdot 0,26 + 0,38 \cdot 0,1 + 0,06 \cdot 0,64 = 0,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_{ТФ4} &= L_{ТФ4}^{K1} \cdot L_{K1} + L_{ТФ4}^{K2} \cdot L_{K2} + L_{ТФ4}^{K3} \cdot L_{K3} \\ &= 0,16 \cdot 0,26 + 0,08 \cdot 0,1 + 0,29 \cdot 0,64 = 0,24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_{ТФ5} &= L_{ТФ5}^{K1} \cdot L_{K1} + L_{ТФ5}^{K2} \cdot L_{K2} + L_{ТФ5}^{K3} \cdot L_{K3} \\ &= 0,42 \cdot 0,26 + 0,05 \cdot 0,1 + 0,06 \cdot 0,64 = 0,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_{ТФ6} &= L_{ТФ6}^{K1} \cdot L_{K1} + L_{ТФ6}^{K2} \cdot L_{K2} + L_{ТФ6}^{K3} \cdot L_{K3} \\ &= 0,1 \cdot 0,26 + 0,12 \cdot 0,1 + 0,29 \cdot 0,64 = 0,23 \end{aligned}$$

Чем больше глобальный приоритет, тем лучше альтернатива (с учетом всех критериев, а также с учетом их важности).

В данном случае в равной степени лучшими торговыми фирмами для заключения договора о распространении продукции предприятия являются фирмы, обозначенные как ТФ2 и ТФ4. Несколько хуже фирма ТФ6, еще хуже – ТФ3 и ТФ5.

5 ВЫВОДЫ

Таким образом, в ходе лабораторной работы был изучен метод иерархий для решения слабоструктурированных задач, а также с его помощью выбраны лучшие альтернативы в задаче многокритериального выбора.