

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный гидрометеорологический университет»

ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ГЕОТЕХНОЛОГИЙ

Завгородний В.Н.

Методические указания
к расчетно-графической работе
МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ В СРЕДЕ EXCEL

Учебно-методическое пособие по дисциплинам
«Основы теории систем и системного анализа»
«Основы системного анализа»

Санкт-Петербург 2025

Оглавление

1	Теоретическая часть.....	2
1.1	Краткие сведения о применении и основных положениях метода анализа иерархий.....	2
1.2	Математические основы метода иерархий	3
2	Порядок выполнения работы	5
3	Варианты заданий	10
4	Требования к отчету.....	22
5	Контрольные вопросы	22
	Приложение 1	23
	Приложение 2	25

Цель работы: изучить принципы, математические и алгоритмические основы метода иерархий; произвести оценку и выбор одного из альтернативных путей достижения цели согласно варианту индивидуального задания, используя метод анализа иерархий (МАИ).

1 Теоретическая часть

1.1 Краткие сведения о применении и основных положениях метода анализа иерархий

МАИ представляет собой математический инструмент системного подхода к решению проблем принятия решений, который не предписывает лицу, принимающего решения (ЛПР) какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти альтернативу, наилучшим образом согласующуюся с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

Основным достоинством метода анализа иерархий является его высокая универсальность. Метод может применяться для решения самых разнообразных задач: анализа возможных сценариев развития ситуации, распределения ресурсов, составления рейтинга клиентов, принятия кадровых решений, выбора сложной технической конструкции из многих похожих и т.д. МАИ в наилучшей мере подходит для случаев, когда требуется учесть все предпочтения ЛПР в процессе выбора наилучшего варианта решения из множества существующих альтернатив.

Недостатком МАИ является необходимость получения большого объема информации (особенно, если решение принимают несколько экспертов, и нужно согласовать их мнения).

Метод состоит в декомпозиции проблемы на более простые составляющие для дальнейшей обработки последовательности суждений лица, принимающего решения, по парным сравнениям. Анализ возможных решений в МАИ начинается с построения иерархической структуры (рис. 1), которая включает цель, критерии, альтернативы и другие рассматриваемые факторы, влияющие на выбор. Эта структура отражает понимание проблемы лицом, принимающим решение.

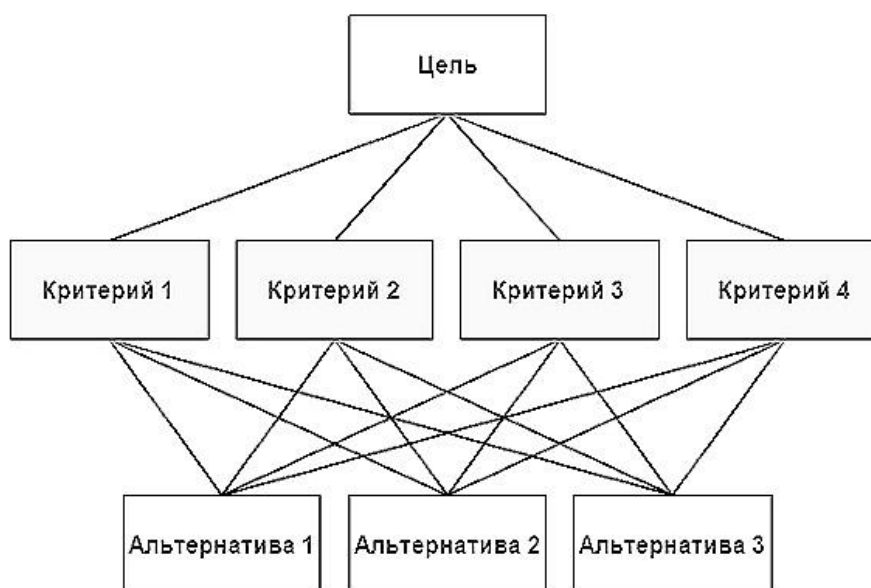


Рис. 1 Декомпозиция задачи многокритериального выбора с простейшей иерархией

Каждый элемент иерархии может представлять различные аспекты решаемой задачи, причем во внимание могут быть приняты как материальные, так и нематериальные факторы, измеряемые количественные параметры и качественные характеристики, объективные данные и субъективные экспертные оценки, которые используются на интуитивном уровне. Безразмерные приоритеты позволяют обоснованно сравнивать разнородные факторы, что является отличительной особенностью МАИ.

Метод анализа иерархий содержит процедуру расстановки приоритетов, вычисляемых на основе субъективных суждений ЛПР. Приоритеты – это числа, которые связаны с узлами иерархии. Они представляют собой относительные веса элементов в группах критериев и альтернатив и характеризуют важность или предпочтительность элементов построенной иерархической структуры.

Согласованность суждений ЛПР является весьма важной их характеристикой. Парные сравнения позволяют повысить согласованность оценок. Для того, чтобы получить приемлемые результаты при сравнениях необходимо: 1) подобрать подходящую численную шкалу сравнений; 2) иметь критерий степени несогласованности наших суждений.

Далее решается задача многокритериальной оптимизации методом линейной свертки:

$$f(A_i) = \sum_{j=1}^n a_{ij} \beta_j \rightarrow \max, \quad (1)$$

где $f(A_i)$ – обобщенные оценки альтернатив A_i по всем критериям, a_{ij} – оценка i -й альтернативы по j -му критерию, β_j – веса критериев. Лучшей считается альтернатива с максимальным значением приоритета. Соответственно, максимальное из значений $f(A_i)$ укажет, какую из альтернатив следует выбрать согласно методу анализа иерархий.

1.2 Математические основы метода иерархий

Пусть имеется набор n объектов (факторов), подлежащих сравнению. Обозначим эти объекты символами $A_1, A_2, \dots, A_n$. Пусть в рамках экспертного оценивания эти объекты характеризуются соответственно с помощью положительных чисел $w_1, w_2, \dots, w_n$ на наличие и степень проявления некоторого рассматриваемого экспертизой свойства. К примеру, число w_i отражает степень проявления (интенсивность) рассматриваемого свойства у объекта A_i . Числа w_i ($i = 1, \dots, n$) в зависимости от контекста именуют «весами», «интенсивностями»,

«коэффициентами важности» объектов A_i . Для удобства будем оперировать нормированными величинами w_i ($i = 1, \dots, n$), которые обладают тем свойством, что

$$w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1.$$

Таким образом, при использовании нормированных величин можно утверждать, что $w_i \cdot 100\%$ представляет собой вес объекта (фактора) A_i , выраженный в процентах.

Сопоставим вес каждого из объектов с весами других объектов, образуя тем самым так матрицу относительных весов, называемую матрицей парных сравнений:

$$A = (a_{ij}) = \begin{pmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{pmatrix}$$

Матрица парных сравнений обладает следующими свойствами:

1. $a_{ij} = w_i / w_j > 0$ для всех i и j , так как все веса w_i и w_j положительны.
2. $a_{ij} = w_i / w_j = 1$ для всех $i = j = 1, 2, \dots, n$.
3. Матрица A обратна симметричная, а именно $a_{ij} = 1/a_{ji}$.
4. Матрица A обладает свойством согласованности:

$$a_{ij} a_{jk} = \frac{w_i}{w_j} \frac{w_j}{w_k} = \frac{w_i}{w_k} = a_{ik} \text{ для всех } i, j \text{ и } k.$$

Если $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ - вектор-столбец из весов:

$$w = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix},$$

то имеет место равенство:

$$Aw = nw, \quad (2)$$

так как

$$\begin{aligned} (a_{i1} \ a_{i2} \ \dots \ a_{in}) \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} &= a_{i1}w_1 + a_{i2}w_2 + \dots + a_{in}w_n = \\ &= \frac{w_i}{w_1}w_1 + \frac{w_i}{w_2}w_2 + \dots + \frac{w_i}{w_n}w_n = nw_i, \end{aligned}$$

i -я компонента вектора, записанного в левой части соотношения (2), совпадает с i -ой компонентой вектора, расположенного в правой части соотношения (2).

Число n является собственным значением (числом) матрицы относительных весов A в то время как w является собственным вектором, соответствующим этому собственному значению.

В линейной алгебре число λ называют собственным значением матрицы A , а ненулевой вектор-столбец x – собственным вектором, соответствующим собственному значению λ , если имеет место равенство: $Ax = \lambda x$.

Для положительной обратно симметричной согласованной матрицы (свойства 1-4 матрица парных сравнений) имеет место следующая теорема.

Теорема. Наибольшее собственное значение положительной обратно симметричной согласованной матрицы равно порядку матрицы: $\lambda_{\max} = n$.

Следствие. Положительная обратно симметричная матрица является согласованной тогда и только тогда, когда порядок матрицы и ее наибольшее собственное значение равны: $\lambda_{\max} = n$.

Если $\lambda_{\max} \neq n$ (всегда $\lambda_{\max} \geq n$), то в качестве степени отклонения положительной обратно симметричной матрицы А от согласованной принимают отношение:

$$I_c = \frac{\lambda_{\max}^* - n}{n - 1}$$

которое называется индексом согласованности (ИС) матрицы А и является показателем близости этой матрицы к согласованной.

2 Порядок выполнения работы

1. Уяснить задачу и определить цель - первый уровень иерархии.
2. Построить иерархическую структуру модели, начиная с вершины:
 - Первый уровень: цель.
 - Второй уровень: группы критериев.
 - Третий уровень: критерии.
 - Четвертый уровень: перечень альтернатив.
3. Построить множество матриц парных сравнений для каждого из нижних уровней.
4. Рассчитать индекс согласованности каждой матрицы парных суждений.
5. После проведения всех парных сравнений определить итоговые оценки альтернатив по всем критериям.
6. Осуществить окончательный выбор альтернативы с наибольшей оценкой.
7. Оценить результат с точки зрения ожиданий ЛПР.

При выполнении заданий из вариантов исходные оценки в таблицах парных сравнений необходимо предложить самостоятельно, согласуясь с содержанием варианта и собственными представлениями о важности предложенных критериев и их групп.

Для оценки важности групп критериев, критериев и альтернатив при построении матриц парных сравнений используется таблица важности приоритетов (табл.1).

Таблица 1

Таблица важности приоритетов

1 - равная важность
3 - умеренное превосходство одного над другим
5 - существенное превосходство одного над другим
7 - значительное превосходство одного над другим
9 - очень сильное превосходство одного над другим
2, 4, 6, 8, 10 - соответствующие промежуточные значения

Далее, нужно построить матрицы парных сравнений для критериев и альтернатив. Приоритеты определяются с помощью процедуры парных сравнений. Подобно вероятностям, приоритеты представляют собой безразмерные величины. Чем больше величина приоритета, тем более значимым является соответствующий ему элемент. Если один элемент важнее другого в d раз, то этот другой не важнее первого в $1/d$ раз, соответственно.

Её размерность определяется числом критериев, строки и столбцы соответствуют сравниваемым критериям. Значения из шкалы относительной важности (табл. 1) вписываем в ячейки, образованные пересечением соответствующей строки и столбца, при совпадении индексов в ячейке матрицы ставится единица (каждый критерий по значимости равен сам себе). Оценки получаем из описания критериев или они представляют собой обратные величины к ним. При этом, если d_{ij} – оценка важности критерия K_i относительно K_j (например, если в матрице $d_{12} = 2$, что означает почти умеренное превосходство), то $1/d_{ij}$ характеризует оценку K_j в сравнении с K_i (в матрице, соответственно, $d_{21}=1/2$). Некоторые недиагональные значения также равны единице, что означает одинаковую важность соответствующей пары критериев.

На следующем этапе работы с матрицей необходимо нормировать значения в столбцах (разделить каждое значение в столбце на сумму по тому же столбцу всех его значений) и найти средние значения по строкам (Приложение 1):

- 1) суммируем элементы каждого столбца;
- 2) делим элементы каждого столбца на их сумму;
- 3) складываем элементы каждой строки полученной матрицы;
- 4) записываем результаты в столбец;
- 5) делим каждый из элементов последнего столбца на порядок исходной матрицы.

Это и будут веса критериев, выражающие их значимость относительно друг друга. Сумма весов по всем критериям K_i равна единице.

Определяется приближенная оценка главного собственного значения матрицы суждений (Приложение 2). Для этого суммируется столбец суждений, а затем сумма первого столбца умножается на величину первой компоненты нормализованного вектора приоритетов, сумма второго столбца – на вторую компоненту и т.д. Затем полученные числа суммируются. Таким образом получаем $\lambda_{\max}$, которая называется оценкой максимума или главного значения матрицы M . Это приближение используется для оценки согласованности суждений эксперта. Чем ближе $\lambda_{\max}$ к n , тем более согласованным является представление в матрице суждений. Отклонения от согласованности оценивают индексом согласованности (ИС):

$$ИС = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)} .$$

При оценивании величины порога несогласованности суждений для матриц размером от 1 до 15 методом имитационного моделирования получены оценки случайного индекса (СИ). СИ является индексом согласованности для сгенерированной случайным образом (по шкале от 1 до 9) положительной обратно симметричной матрицы. В табл. приведены средние значения СИ для матриц порядка $n = 1 \div 15$.

Индексы согласованности

Размерность матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Случайная согласованность	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Отношение ИС к среднему СИ для матрицы суждений того же порядка по Саати называется отношением согласованности (ОС):

$$ОС = \frac{ИС}{СИ} ,$$

при $n = \text{const}$, где n - количество элементов матрицы.

Значение $OC \leq 0,10$ считается приемлемым порогом (10%) допустимой согласованности суждений. Если значение $OC > 0,10$, данные в той или иной матрице суждений необходимо уточнить.

В задании вариант 0 из примера таблицы парных сравнений групп и таблицы критериев отражают качественную информацию об их важности у некоторого ЛПР. При заполнении аналогичных таблиц парных сравнений альтернатив, а также при выполнении заданий из вариантов 1-20 исходные оценки в таблицах парных сравнений необходимо предложить самостоятельно, согласуясь с содержанием варианта и собственными представлениями о важности предложенных критериев и их групп.

Вариант 0. Пример

Рассматривается задача нахождения наиболее предпочтительного варианта выбора места работы при наличии у ЛПР нижеследующих допустимых альтернатив.

Рабочее место А: научное учреждение с относительно невысоким уровнем заработной платы, хорошими перспективами продвижения, удобно расположенное и находящееся недалеко от места проживания. Работа творческая, место престижное с небольшим риском его потери. Режим работы и отдыха нормальный.

Рабочее место В: промышленное предприятие с более высоким уровнем заработной платы, жестким рабочим графиком, более скромными перспективами продвижения. В транспортном отношении менее удобно. Режим работы и отдыха (отпуск, выходные) аналогичен предыдущему варианту.

Рабочее место С: коммерческая структура с возможностью получения более высокого заработка, чем в вариантах А и В. Перспективы продвижения неопределенные. Работа связана с разъездами и командировками, часто далеко от дома. Характер работы не творческий, но престижнее, чем в варианте В. Вероятность потери места довольно значительна. Режим работы напряженный.

Цель исследования: выбор места работы из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев полезности. Имеется ряд критериев выбора:

К1 – годовая заработная плата;

К2 – перспективы продвижения;

К3 – местоположение (центр/окраина, наличие парковки, удобство проезда, наличие метро вблизи...);

К4 – уровень самостоятельности в принятии решений;

К5 – риск увольнения;

К6 – престижность работы;

К7 – продолжительность рабочей недели;

К8 – продолжительность отпуска;

К9 – удаленность от дома.

Критерии объединены в группы, образующие элементы иерархии более высокого уровня: «вознаграждение» $P1 = \{K1, K2, K8\}$, «особенности деятельности» $P2 = \{K4, K5, K6\}$, «личные предпочтения» $P3 = \{K3, K7, K9\}$. Заметим, что объединение критериев в группы возможно и другими способами.

Для оценки важности критериев и альтернатив используется таблица важности приоритетов (табл.1). Оценки парных сравнений соответствуют описанию альтернатив в условии задачи. Таблица парных сравнений групп и таблицы критериев отражают качественную информацию об их важности у ЛПР. Важность групп критериев и критериев

внутри каждой группы устанавливается в соответствии с информацией, представленной в таблицах 2-5.

Определяем относительную важность групп критериев P1, P2, P3. После заполнения таблиц рассчитываются средние по строке в каждой нормализованной матрице. Обобщенная таблица парных сравнений групп выглядит следующим образом:

Таблица 2

Таблица парных сравнений групп P1,P2,P3

	Полная матрица			Нормализованная матрица			Среднее по строке (вес группы)
	Вознагр.	Особ. деят.	Лич. предп.	Вознагр.	Особ. деят.	Лич. предп.	
Вознаграждение	1	5	9	0,762	0,789	0,692	0,747
Особенности деятельности	1/5	1	3	0,153	0,158	0,231	0,181
Личные предпочтения	1/9	1/3	1	0,085	0,053	0,077	0,072
Сумма по столбцу	59/45	19/3	13				

Весовые коэффициенты важности критериев получаются как произведение среднего по строке для данного критерия на вес группы, к которой относится критерий из таблицы 2. Исходя из условий задачи, таблица парных сравнений по группе P1 «вознаграждение» может иметь следующий вид:

Таблица 3

Таблица парных сравнений критериев первой группы P1

	Полная матрица			Нормализованная матрица			среднее по строке	весовой коэффициент
	K1	K2	K8	K1	K2	K8		
K1	1	3	5	0,652	0,667	0,625	0,648	0,484
K2	1/3	1	2	0,218	0,222	0,250	0,230	0,041
K8	1/5	1/2	1	0,130	0,111	0,125	0,122	0,009
сумма по столбцу	23/15	9/2	8					

При решении задачи необходимо самостоятельно сформировать значения полной матрицы, учитывая словесное описание альтернатив. Ниже представлены таблица парных сравнений по группе P2 «особенности деятельности» (табл.4) и таблица парных сравнений по группе P3 «личные предпочтения» (табл.5). Далее необходимо рассчитать элементы ее нормализованной части.

Таблица 4

Таблица парных сравнений критериев второй группы P2

	Полная матрица			Нормализованная матрица			среднее по строке	весовой коэффициент
	K4	K5	K6	K4	K5	K6		
K4	1	1/3	2	0,222	0,218	0,250	0,230	0,042
K5	3	1	5	0,667	0,652	0,625	0,648	0,117
K6	1/2	1/5	1	0,111	0,130	0,125	0,122	0,022
сумма по столбцу	9/2	23/15	8					

Таблица 5

Таблица парных сравнений критериев третьей группы Р3

	Полная матрица			Нормализованная матрица			Среднее по строке	Весовой коэффициент
	К3	К7	К9	К3	К7	К9		
К3	1	1/3	1	0,2	0,182	0,25	0,211	0,015
К7	3	1	2	0,6	0,545	0,5	0,548	0,039
К9	1	1/2	1	0,2	0,273	0,25	0,241	0,017
Сумма по столбцу	5	11/6	4					

Далее необходимо самостоятельно составить и заполнить таблицы (всего 9) парных сравнений альтернатив (рабочие места) по каждому из критериев. Например, таблица парных сравнений альтернатив по критерию «годовая заработная плата» может выглядеть следующим образом:

Таблица 6

Таблица парных сравнений альтернатив по критерию К1

Зарботная плата	Полная матрица			Среднее по строке нормализованной матрицы
	Рабочее место А	Рабочее место В	Рабочее место С	
Рабочее место А	1	1/5	1/7	0,074
Рабочее место В	5	1	1/3	0,283
Рабочее место С	7	3	1	0,643
Сумма по столбцу	13	21/5	31/21	

Замечание. Нормализованную матрицу можно не делать, если вычислить сразу средние значения отношений элементов к сумме по столбцу в последнем столбце каждой из таблиц сравнения альтернатив, как представлено в табл. 6. Наконец, заполняется результирующая таблица, содержащая комплексную оценку альтернатив:

Таблица 7

Таблица комплексной оценки альтернатив по всем критериям

	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	К8	К9	сумма по строке
А	0,036									
В	0,012									
С	0,006									

Значение в каждой ячейке равно произведению оценки соответствующей альтернативы по критерию K_i (из одной из девяти последних таблиц) на вес этого критерия (найден выше в таблицах 2-4). Сумма по строке и дает комплексную оценку полезности (см. формулу (1) из п.1). Окончательный выбор делаем по максимальной из полученных в последнем столбце величин.

Для выполнения расчетов с использованием таблиц Excel может быть использовано Приложение – Расчетные таблицы.

3 Варианты заданий

В вариантах 1-20 таблицы парных сравнений групп, критериев и альтернатив составляются самостоятельно с использованием табл.1.

Вариант 1.

Рассматривается задача нахождения наиболее предпочтительного варианта выбора места работы при наличии у ЛППР нижеследующих допустимых альтернатив.

Рабочее место А: научное учреждение с относительно невысоким уровнем заработной платы, хорошими перспективами продвижения, удобно расположенное и находящееся недалеко от места проживания. Работа творческая, место престижное с небольшим риском его потери. Режим работы и отдыха нормальный.

Рабочее место В: промышленное предприятие с более высоким уровнем заработной платы, жестким рабочим графиком, более скромными перспективами продвижения. В транспортном отношении менее удобно. Режим работы и отдыха (отпуск, выходные) аналогичен предыдущему варианту.

Рабочее место С: коммерческая структура с возможностью получения более высокого заработка, чем в вариантах А и В. Перспективы продвижения неопределенные. Работа связана с разъездами и командировками, часто далеко от дома. Характер работы не творческий, но престижнее, чем в варианте В. Вероятность потери места довольно значительна. Режим работы напряженный.

Цель исследования: выбор места работы из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев полезности. Имеется ряд критериев выбора:

К1 – годовая заработная плата;

К2 – перспективы продвижения;

К3 – местоположение (центр/окраина, наличие парковки, удобство проезда, наличие метро вблизи...);

К4 – уровень самостоятельности в принятии решений;

К5 – риск увольнения;

К6 – престижность работы;

К7 – продолжительность рабочей недели;

К8 – продолжительность отпуска;

К9 – удаленность от дома.

Критерии объединены в группы, образующие элементы иерархии более высокого уровня: «вознаграждение» $P1 = \{K1, K2, K8\}$, «особенности деятельности» $P2 = \{K4, K5, K6\}$, «личные предпочтения» $P3 = \{K3, K7, K9\}$.

Вариант 2.

Рассматривается задача выбора кандидата на должность руководителя отдела из имеющихся трех специалистов.

Кандидат А: сотрудник с большим опытом руководящей работы более низкого уровня, уважаемый в коллективе, получивший качественное высшее образование, осторожный, грамотный, немолодой. Имеет связи среди чиновников региональных структур, к низшим по должности относится покровительственно. Существенных проблем со здоровьем не имеет.

Кандидат В: молодой перспективный сотрудник, имеет опыт стажировки за рубежом, неплохо владеет иностранными языками, мобилен и положительно относится к командировкам и ненормированному рабочему режиму. Отличается очень высокой самооценкой, требователен к величине заработной платы и к подчиненным; курит.

Кандидат С: работник другой организации, «пришелец», претендующий на должность по

конкурсу. Прекрасно знает иностранные языки, имеет докторскую степень по направлению, связанному с профилем работы и много научных публикаций. Креативный, демократичный в общении. Спортсмен и вегетарианец.

Цель исследования: отбор кандидата из перечисленных ниже претендентов с учетом имеющихся критериев оценки.

К1 – опыт работы на руководящей должности с похожим набором обязанностей;

К2 – возраст;

К3 – притязания относительно заработка и статуса;

К4 – отношение к командировкам;

К5 – образование;

К6 – знание иностранных языков;

К7 – стиль общения с подчиненными;

К8 – креативность и способность нестандартно мыслить;

К9 – здоровье и «физическая форма».

Критерии объединены в следующие группы, образующие элементы иерархии более высокого уровня: «компетентность» $P1=\{K1, K5\}$, «полезные навыки и склонности» $P2=\{K4, K6, K8\}$, «личные качества» $P3=\{K2, K3, K7, K9\}$.

Вариант 3.

Рассматривается задача выбора абитуриентом наиболее предпочтительного варианта места учебы (вуза) при наличии перечисленных альтернатив. Предполагается, что экономические специальности, интересующие абитуриента, есть в каждом вузе, и главное – выбрать именно вуз, а не направление обучения.

Вуз А: классический университет с хорошей репутацией и качественно подобранным преподавательским составом. Финансово поддерживается государственными грантами. На все факультеты весьма высокий конкурс. Расположен далеко от места проживания, придется пользоваться общежитием или снимать жилье.

Вуз В: недавно организованный коммерческий вуз, которому оказывают активную поддержку богатые спонсоры. Прекрасно технически оснащен. Имеется совсем немного бюджетных мест, но вуз активно сотрудничает с зарубежными учебными заведениями и работодателями. Расположение ближе, чем у варианта А.

Вуз С: весьма средний в рейтинге вузов региона представитель. С невысокими конкурсами на большинство специальностей, большим количеством бюджетных мест; не очень популярен у абитуриентов и работодателей, оснащение оставляет желать лучшего, находится довольно близко от дома.

Цель исследования: выбор вуза из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев полезности.

К1 – стоимость учебы на платной основе;

К2 – количество бюджетных мест;

К3 – удаленность от дома;

К4 – конкурс на экономические специальности;

К5 – техническое оснащение аудиторий;

К6 – библиотечный фонд;

К7 – «остепененность» преподавательского состава;

К8 – престижность среди вузов региона;

К9 – интересная студенческая жизнь.

Критерии объединены в следующие группы: «шансы поступить» $P1=\{K1, K2, K4\}$,

«качество образования» $P2 = \{K5, K6, K7, K8\}$, «другие особенности» $P3 = \{K3, K9\}$.

Вариант 4.

Рассматривается задача нахождения наиболее предпочтительного варианта выбора покупаемой квартиры на вторичном рынке жилья.

Вариант А: удобная, теплая квартира в кирпичном девятиэтажном доме тридцатилетней давности. Евроремонт, стеклопакеты, паркет. Расположена в довольно отдаленном районе, площадь не очень большая, санузел отдельный. Стоимость приемлемая.

Вариант В: небольшая квартира в пятнадцатиэтажном доме на первом этаже. Застекленная и застекленная лоджия. Совмещенный санузел. Ремонт косметический. Санузел совмещенный. Кухня маленькая. В центре, есть подземный гараж. Из-за расположения цена квартиры выше ожидаемой.

Вариант С: недорогая и достаточно большая квартира в спальном районе. Требуется серьезного ремонта. Дом достаточно старый. Кухня просторная. Туалет и ванная отдельные. Две лоджии.

Цель исследования: выбор квартиры из перечисленных вариантов (все с одинаковым числом комнат) с учетом имеющихся критериев оценки.

K1 – стоимость квартиры;

K2 – тип дома (кирпичный, панельный, ...);

K3 – «возраст» дома;

K4 – удобство расположения (район, магазины, парковка...);

K5 – площадь квартиры;

K6 – этаж, где расположена квартира;

K7 – тип и размеры санузла/ванны;

K8 – размеры кухни;

K9 – наличие и давность ремонта.

Критерии объединены в следующие группы: «финансовые затраты» $P1 = \{K1, K9\}$, «качество жилья» $P2 = \{K5, K6, K7, K8\}$, «другие особенности» $P3 = \{K2, K3, K4\}$.

Вариант 5.

Рассматривается задача выбора для покупки наиболее подходящего варианта квартиры в новостройке.

Вариант А: квартира на последнем этаже пятнадцатиэтажного современного дома с «теплыми» полами, вместительными лифтами и консьержем. Большая застекленная лоджия. Дом в спальном районе, близко от метро. Кухня приличных размеров. Отделка «под чистовую». Цена – заметно выше средней по району.

Вариант В: небольшая по площади квартира в центре, в кирпичном девятиэтажном доме на втором этаже. Кухня очень маленькая. Санузел совмещенный, небольшой неостекленный балкон. Требуется отделка. Цена ниже ожидаемой.

Вариант С: готовый для вселения вариант типа «квартира-студия», с отделкой и сантехникой, в доме на охраняемой территории. Цена – выше средней по району. Площадь небольшая. Балкона нет. Парковка неудобная, но имеется. Расположение – в отдаленном районе.

Цель исследования: выбор новой покупаемой квартиры из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев полезности.

K1 – стоимость квартиры;

K2 – тип дома (кирпичный, панельный, ...);

K3 – наличие и особенности балкона/лоджии;

К4 – удобство расположения (район, магазины, парковка...);

К5 – площадь квартиры;

К6 – этаж, где расположена квартира;

К7 – тип и размеры санузла/ванны;

К8 – размеры кухни;

К9 – наличие внутренней отделки.

Критерии объединены в следующие группы: «финансовые затраты» $P1=\{K1, K9\}$, «качество жилья» $P2=\{K5, K6, K7, K8\}$, «другие особенности» $P3=\{K2, K3, K4\}$.

Вариант 6.

Рассматривается задача выбора модели сотового телефона для покупки.

Модель А: красивая «женская» модель, легкая, с особым дизайном, приятного цвета, достаточно дорогая. Технические характеристики средние в сравнении с аналогичными моделями.

Модель В: бюджетная модель с неплохим объемом памяти и емким зарядным устройством, довольно тяжелая, но в надежном корпусе.

Модель С: модель с удобным для просмотра фотографий экраном, двумя камерами для съемки фото- и видеороликов, с прекрасными возможностями записи/воспроизведения мелодий. Дорогая, легкая, надежная.

Цель исследования: выбор модели телефона из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев оценки.

К1 – цена телефона;

К2 – вес;

К3 – размер;

К4 – цвет (широкие возможности выбора одной модели разных цветовых вариантов);

К5 – дисплей;

К6 – характеристики MP3-плеера;

К7 – особенности и удобство пользования интернетом;

К8 – модель (книжка, моноблок...);

К9 – характеристики видеокамеры.

Критерии объединены в группы, образующие элементы иерархии более высокого уровня: «первичные ориентиры при покупке» $P1=\{K1, K8\}$, «внешние характеристики» $P2=\{K2, K3, K4\}$, «функциональность» $P3=\{K5, K6, K7, K9\}$.

Вариант 7.

Рассматривается задача выбора модели нового приобретаемого автомобиля.

Вариант А: роскошное авто, хорошие условия рассрочки платежа по кредиту, надежный производитель, есть дилеры в регионе. Есть модели широкого цветового спектра, возможны дополнительные «навороты» по желанию покупателя.

Вариант В: бюджетный вариант для езды по городу и на дачу, вместительный, не очень дорогой. Отзывы покупателей противоречивы. Сервисное обслуживание без особенностей.

Вариант С: вместительный и безопасный внедорожник, ставка кредитования высокая, возможности сервисного обслуживания в регионе ограничены, имеются особенности при освоении.

Цель исследования: выбор модели автомашины из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев оценки.

К1 – стоимость автомобиля;

К2 – условия покупки в кредит;

- К3 – стоимость эксплуатации (страховка, запчасти);
- К4 – цвет;
- К5 – стиль;
- К6 – надежность и безопасность;
- К7 – экономия топлива;
- К8 – комфорт (отделка салона, встроенные доп. возможности);
- К9 – легкость управления.

Критерии объединены в следующие группы: «финансовые затраты» $P1=\{K1, K2, K3\}$, «внешний вид и комфорт» $P2=\{K4, K5, K8\}$, «эксплуатационные характеристики» $P3=\{K6, K7, K9\}$.

Вариант 8.

Рассматривается задача выбора варианта организации фирмы, специализирующейся на рынке компьютерных технологий.

Тип фирмы А: фирма, занимающаяся закупкой комплектующих, сборкой и продажей компьютеров, есть готовый бизнес-план, начальные вложения минимальны.

Тип фирмы В: салон, кроме закупки комплектующих, сборки и продаж компьютеров, предоставляющий услуги Интернет-связи. Есть проблемы с инвестированием и подбором помещения.

Тип фирмы С: фирма, специализирующаяся на оказании консалтинговых и аутсорсинговых услуг в области автоматизации бизнеса с продажей лицензионного программного обеспечения для автоматизации управления предприятиями. Требует больших вложений и участия нескольких инвесторов. Обещает большие прибыли, но – не в ближайшем будущем.

Цель исследования: выбор подходящего варианта из перечисленных ниже с учетом имеющихся критериев оценки.

- К1 – время, требуемое для реализации проекта;
- К2 – количество сотрудников, которых необходимо нанять;
- К3 – объем первоначальных денежных вложений для регистрации и организации работы;
- К4 – ожидаемая среднемесячная прибыль от реализации проекта;
- К5 – помещение для организации офиса (трудности отыскания и затраты на содержание с учетом его площади, расположения, дизайна);
- К6 – уровень квалификации и разнообразие специализаций будущих сотрудников;
- К7 – наличие конкурентов;
- К8 – затраты на рекламу;
- К9 – зависимость от поставщиков и партнеров.

Критерии объединены в следующие группы: «первичные финансовые и временные затраты» $P1=\{K1, K3, K8\}$, «управление персоналом» $P2=\{K2, K6\}$, «другие факторы, влияющие на качество оказания услуг» $P3=\{K4, K5, K7, K9\}$.

Вариант 9.

Рассматривается задача оценки (с целью последующего отбора) экспертами картин перед продажей на аукционе.

Вариант А: красивый, детально выписанный пейзаж кисти малоизвестного мастера конца 19 века. Хорошо сохранился, большого размера, интересной цветовой гаммы.

Вариант В: портрет известного человека в исполнении признанного и модного художника-авангардиста, среднего размера, очень хорошей сохранности. Эмоциональное впечатление у дилетантов и экспертов – неоднозначное.

Вариант С: сюжет из семейной жизни, выполненный популярным в узких кругах художником-примитивистом. Цветовая гамма: очень пестрая. Требуется небольшой реставрации. Сюжет часто повторяется.

Цель исследования: оценка имеющихся полотен с учетом нижеперечисленных критериев, влияющая на интерес со стороны коллекционеров.

К1 – размеры картины;

К2 – сохранность;

К3 – известность автора;

К4 – уникальность/тиражируемость сюжета и приемов исполнения;

К5 – доступность для понимания непрофессиональному зрителю;

К6 – эмоциональное впечатление;

К7 – художественная ценность;

К8 – «модность»;

К9 – цветовая гамма (резкие или мягкие цвета, богатство оттенков или лаконичность...).

Критерии объединены в следующие группы: «инвестиционная привлекательность» $P1=\{K2, K3, K7\}$, «внешние характеристики» $P2=\{K1, K5, K6, K9\}$, «нюансы» $P3=\{K4, K8\}$.

Вариант 10.

Рассматривается задача выбора наиболее предпочтительного варианта дачного участка при наличии у ЛПР (лица, принимающего решение) нижеследующих допустимых альтернатив.

Участок А: недалеко от города, есть автобус и электричка. Место в низине, близко к болоту. Ежегодно будет проблема с осушением и привозом доп. земли на грядки, опила. Есть небольшой домик на участке, печь железная, электрическая, есть во дворе баня, туалет. Все это требует косметического ремонта, но жить можно. Проведен водопровод для полива. Стоимость средняя. Участок небольшой.

Участок В: не очень близко к городу, но есть хорошая автодорога. Вблизи дачного кооператива – хороший ягодный лес, речка. На участке построен сарай, есть фундамент для дома. Стоимость очень выгодная, продавец стремится продать быстрее. Требуется электрификация.

Участок С: не очень близко к городу, дорога скверная, есть электричка, но от станции идти минут 20. Участок на равнине, почва плодородная. Дом двухэтажный, теплый, с хорошей печкой, есть электричество и собственная скважина с питьевой водой. Грядки разбиты, есть сарай. Стоимость выше средней.

Цель исследования: выбор городским жителем покупаемого дачного участка из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев полезности.

К1 – стоимость участка со всем содержимым;

К2 – необходимость одновременных вложений для улучшения комфорта;

К3 – удаленность от города;

К4 – подъездные пути;

К5 – природные условия вокруг;

К6 – качество почвы;

К7 – размер участка;

К8 – качество жилья (домик);

К9 – необходимость и размеры регулярных вложений для поддержания требуемого уровня жизни.

Критерии объединены в следующие группы: «финансы» $P1=\{K1, K2, K9\}$, «как добираться» $P2=\{K3, K4\}$, «пользовательские качества» $P3=\{K5, K6, K7, K8\}$.

Вариант 11.

Рассматривается задача выбора родителем будущего первоклассника школы для своего ребенка при наличии нижеследующих допустимых альтернатив.

Школа А: обычная школа у дома. В нее легко записаться по прописке. Очень близко. С неплохой пришкольной территорией (площадки, опытные грядки, каток-стадион, ограда). Особая школьная форма не требуется, уровень сложности образовательной программы средний. Сведений о больших «поборах» с родителей нет, но средние баллы по ЕГЭ у выпускников невысокие. Есть кружки и секции на разный кошелек.

Школа В: одна из лучших в городе гимназий. Прославленная, с историей и традициями, большинство учеников туда попадает по негласному конкурсу. У выпускников высокие шансы поступить в вуз. В школе очень приветствуется получение «дополнительного образования» через кружки и подготовительные курсы. Собственная особая форма, шкафчики для хранения ее и личных вещей. Здание после капремонта. Двор невелик. От дома не очень близко, добираться неудобно. Отзывы родителей противоречивы.

Школа С: Недавно организованный лицей в новом здании в достаточно отдаленном районе. Есть метро и др. виды транспорта. Прекрасная оснащенность, просторные классы. Нет проблем с записью ребенка. Школьная форма имеет несколько вариантов. Есть некоторая нехватка педагогических кадров, в основном работают молодые педагоги и выпускники вузов. «Поборы» в меру демократичны.

Цель исследования: выбор школы из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев полезности.

К1 – единовременный вступительный взнос;

К2 – ежегодные платежи за содержание охраны, уборщиц, наличие воды и т.д.;

К3 – необходимость покупки особой школьной формы;

К4 – удаленность от дома;

К5 – наличие общественного транспорта до школы;

К6 – «статусность» (гимназия, лицей, образовательные программы, принятые в школе, и т.д.);

К7 – репутация школы «в глазах» лично знакомых родителей, отзывы о школе в интернете;

К8 – пришкольная территория (размер, ограждение, наличие спорт- и других площадок, цветников)

К9 – инфраструктура и ремонт (возраст здания, хорошая столовая, оснащенность компьютерами, мастерские, шкафчики для раздевалок...).

Критерии объединены в следующие группы: «финансы» $P1=\{K1, K2, K3\}$, «как добираться» $P2=\{K4, K5\}$, «качество образования и пребывания» $P3=\{K6, K7, K8, K9\}$.

Вариант 12.

Девушка выбирает готовое нарядное платье для торжественных случаев из нижеследующих допустимых альтернатив.

Модель А: недорогое платье малоизвестного производителя. Без особенностей, не требующее особого ухода, но и не имеющее «изюминки» фасона или кроя. Пастельного цвета, умеренной длины, не очень удобное, но скрывающее недостатки фигуры.

Модель В: наряд от популярного в городе дизайнера-модельера, из его последней авторской коллекции. Сложный фасон, интересная цветовая гамма. Требуется вдумчивого подбора аксессуаров. Создает особое настроение.

Модель С: платье из прошлогодней коллекции известного мирового законодателя мод.

Дорогое, удобное, из экологичного материала, нейтрального цвета. Требует небольшой коррекции по фигуре. Статусное, классического фасона.

Цель исследования: выбор наиболее подходящего из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев полезности:

К1 – соответствие моде;

К2 – соответствие назначению (насколько подходит для использования в предполагаемых обстоятельствах);

К3 – материал (качество, современность, соответствие фасону и обстоятельствам надевания);

К4 – стоимость;

К5 – необходимость «подгонки» по фигуре и покупки аксессуаров;

К6 – комфорт;

К7 – соответствие особенностям фигуры;

К8 – цвет;

К9 – эстетическое удовольствие.

Критерии объединены в следующие группы: «мода» $P1=\{K1, K2, K3\}$, «стоимость» $P2=\{K4, K5\}$, «пользовательские качества» $P3=\{K6, K7, K8, K9\}$.

Вариант 13.

Рассматривается задача определения наиболее подходящего варианта реализации корпоративной информационной системы, учитывая представленные ниже возможные варианты.

Вариант А: готовый «коробочный» продукт закупается у представителей разработчика. Требуется небольшое время на установку, настройку и обучение сотрудников. В дальнейшем придется «подгонять» систему под особенности организации (дописывать модули собственными или сторонними усилиями). Средняя ценовая категория. Разработчик обещает консультативную поддержку и установку обновлений.

Вариант В: Создание ИС силами собственных программистов. Соответственно, есть надежда получить систему, полностью удовлетворяющую организационным требованиям и стандартам. Создание и внедрение займет достаточно много времени. Потребуется частичное обновление технической части существующей ИС.

Вариант С: заказ системы у стороннего разработчика «с нуля». Стоимость выше средней, но есть возможность существенно сократить сроки, обучить пользователей и получить собственную службу поддержки (из своих обученных сотрудников ИТ-службы). Последующие обновления оплачиваются отдельно. Возможно масштабирование силами заказчика. Уровень надежности и безопасности высокий.

Цель исследования: определиться с выбором, принимая во внимание имеющиеся критерии оценки:

К1 – стоимость разработки;

К2 – затраты на внедрение и сопровождение;

К3 – длительность разработки и внедрения;

К4 – усилия по обучению пользователей;

К5 – временные и человеческие затраты на сопровождение и поддержку;

К6 – возможность масштабирования;

К7 – учет особенностей и стандартов организации;

К8 – уникальность;

К9 – надежность и безопасность.

Критерии объединены в следующие группы: «финансовые затраты» $P1=\{K1, K2\}$, «освоение» $P2=\{K3, K4, K5, K6\}$, «другие особенности» $P3=\{K7, K8, K9\}$.

Вариант 14.

Рассматривается задача выбора банка для размещения свободных денежных средств на депозите.

Банк А: известный федеральный банк, надежность высокая, проценты по вкладам низкие. Есть минимальный порог по размеру вложенных средств, довольно жесткие ограничения по снятию. Менеджеры несколько назойливы. Филиалов много, клиентов в них тоже. Он-лайн сервисы удобные.

Банк В: Весьма «молодой» региональный банк. Предлагает привлекательные проценты и другие условия по вкладам. Отделений не много, очередей нет. Менеджеры весьма агрессивны по части общения с клиентами по телефону, через смс.

Банк С: довольно надежный региональный банк, имеющий широкую линейку вкладов с не самыми высокими процентами, с гибкими условиями пополнения-снятия; филиалов много, бывают очереди в офисах.

Цель исследования: выбор наиболее привлекательного из банков из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев оценки.

K1 – репутация банка (надежность, устойчивость);

K2 – статус банка (региональный или с гос. участием);

K3 – широта ассортимента (разнообразие привлекательных вкладов);

K4 – величина процента по интересным предложениям;

K5 – особенности договора (ограничения по размеру, срок, частичное снятие, капитализация...);

K6 – доступность банка (число филиалов, близость расположения...);

K7 – комфортность обслуживания (отношение к клиентам, консультирование);

K8 – качество мобильных сервисов;

K9 – «назойливость» менеджеров (навязывание доп. услуг).

Критерии объединены в следующие группы: «привлекательность банка» $P1=\{K1, K2\}$, «условия по вкладу» $P2=\{K3, K4, K5\}$, «другие особенности» $P3=\{K6, K7, K8, K9\}$.

Вариант 15.

Рассматривается задача оценки (с целью последующего отбора) экспертами предметов антиквариата (например, старинных ваз из фарфора) перед выставкой-продажей.

Экспонат А: предмет сервиза раннего советского периода, с характерной символикой и футуристической манерой росписи. Автор сюжета – известный в прошлом мастер. Качество сохранности – выше среднего. Вызывает ажиотаж у коллекционеров.

Экспонат В: необычная, уникальная модель довольно большого размера, созданная малоизвестным китайским мастером. Качество материала и исполнения великолепно, сохранность хорошая, сюжет росписи – «на любителя».

Экспонат С: изящное изделие из мейсенского фарфора, изготовленное в традиционных для данной технологии манере и колорите. Требуется небольшой реставрации.

Цель исследования: оценка имеющихся полотен с учетом нижеперечисленных критериев, влияющая на интерес со стороны коллекционеров.

K1 – размеры изделия;

K2 – сохранность;

K3 – известность автора;

K4 – уникальность/тиражируемость сюжета и приемов исполнения;

К5 – доступность для понимания непрофессиональному зрителю;

К6 – эмоциональное впечатление;

К7 – художественная ценность;

К8 – мода на вещи этого направления;

К9 – цветовая гамма (резкие или мягкие цвета, богатство оттенков или лаконичность...).

Критерии объединены в следующие группы: «инвестиционная привлекательность»

$P1=\{K2, K3, K7\}$, «внешние характеристики» $P2=\{K1, K5, K6, K9\}$, «нюансы» $P3=\{K4, K8\}$.

Вариант 16.

Рассматривается задача отыскания наиболее предпочтительного способа получения кредита при наличии у ЛПР (лица, принимающего решение) нижеследующих допустимых альтернатив.

Способ А: известный федеральный банк, надежность высокая, проценты по вкладам низкие. Довольно жесткие требования к заемщику по части оформления документов, кредитной истории. Менеджеры несколько назойливы. Филиалов много, клиентов в них тоже. Он-лайн сервисы удобные. Процент по кредиту привлекателен.

Способ В: микрофинансовая организация. Требования к заемщику мягкие. Офисы расположены удобно. Процент по кредиту высокий. Репутация у знакомых противоречивая, отзывы в интернете неплохие. Случаев неправомерного воздействия на должников не отмечено.

Способ С: занять у знакомого. Знакомый настаивает на подписании договора о займе и выдаче расписки. Условия по срокам и процентам терпимые. Сумма ограничена. Человек надежный, но требовательный.

Цель исследования: выбор места работы из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев полезности.

К1 – репутация кредитора;

К2 – «жесткость» проверки заемщика;

К3 – местоположение и удобство;

К4 – привлекательность процента;

К5 – привлекательность срока;

К6 – возможность досрочного погашения;

К7 – возможность он-лайн погашения;

К8 – финансовая устойчивость;

К9 – «агрессивность» мер воздействия на должника.

Критерии объединены в следующие группы: «привлекательность кредитора» $P1=\{K1, K2, K8\}$, «привлекательность кредита» $P2=\{K4, K5, K6\}$, «прочие особенности» $P3=\{K3, K7, K9\}$.

Вариант 17.

Рассматривается задача выбора наиболее предпочтительного варианта дачного участка с домом при наличии у ЛПР (лица, принимающего решение) нижеследующих допустимых альтернатив.

Участок А: достаточно большой по площади участок недалеко от города. Добраться можно автобусом или на личном транспорте, дорога неплохая. Имеются требующие ремонта домик и хозяйственные постройки. Дёшево.

Участок В: не очень близко к городу, но есть хорошая автодорога и электричка. Место красивое, почва плодородная. Площадь участка невелика, но на нем есть плодовые деревья и хорошо разбитые грядки. Из построек – небольшой сарай.

Участок С: Неплохой уютный домик на ухоженном небольшом участке, не очень близко от города. От электростанции 20 минут пешком, автодорога оставляет желать лучшего. Почва

избыточно влажная. Стоимость выше средней.

Цель исследования: выбор городским жителем покупаемого дачного участка из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев полезности.

К1 – стоимость участка со всем содержимым;

К2 – необходимость одновременных вложений для улучшения комфорта;

К3 – удаленность от города;

К4 – наличие бани, теплиц и иных строений;

К5 – природные условия вокруг;

К6 – качество почвы;

К7 – размер участка;

К8 –размеры и этажность дома;

К9 – комфортность дома.

Критерии объединены в следующие группы: «финансы» $P1=\{K1, K2\}$, «дом» $P2 =\{K8, K9\}$, «пользовательские качества» $P3 =\{K3, K4, K5, K6, K7\}$.

Вариант 18.

Рассматривается задача нахождения наиболее предпочтительного варианта выбора места работы при наличии у ЛПР (лица, принимающего решение) нижеследующих допустимых альтернатив.

Рабочее место А: небольшая частная компания с высокими зарплатами, жесткими требованиями к дисциплине, неясными перспективами продвижения, удаленная от дома, но с возможностью пользоваться служебным транспортом. Требуется переобучение, прохождение постоянных тренингов. Отпуска небольшие, но в летнее время.

Рабочее место В: государственное учреждение с невысоким уровнем заработной платы, небольшими, но регулярными премиями, средними перспективами продвижения, удобно расположенное и находящееся недалеко от места проживания. Работа спокойная, но скучная, отпуск – по меняющемуся графику.

Рабочее место С: филиал известной зарубежной компании с неплохими заработками и перспективами продвижения. Возможны частые командировки и ненормированный рабочий день. Высокий уровень ответственности. Проблема получить полноценный отпуск.

Цель исследования: выбор места работы из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев полезности.

К1 – размер заработной платы;

К2 – необходимость переобучения, стажировки, получения дополнительного образования;

К3 – премии;

К4 – дальние командировки и ненормированный рабочий день;

К5 – служебный автотранспорт;

К6 – бесплатные обеды;

К7 – репутация компании и ее руководства;

К8 – продолжительность отпуска;

К9 – медицинская страховка.

Критерии объединены в следующие группы: «вознаграждение» $P1=\{K1, K3\}$, «дополнительные бонусы» $P2 =\{K5, K6, K9\}$, «прочие условия» $P3 =\{K2, K4, K7, K8\}$. Репутация компании и ее руководства

Вариант 19.

Рассматривается задача выбора родителями детского сада или группы пребывания ребенка среди следующих вариантов.

Вариант А: бюджетный садик недалеко от дома, типовое двухэтажное здание 40-летней давности постройки. Кадровый состав возрастной. Есть кружки и секции за дополнительную плату. Территория небольшая со стандартным для бюджетных детсадов оснащением. Родители отзываются неплохо. Путевку рядовому родителю получить весьма трудно.

Вариант В: Частный детсад в новом специализированном помещении с мини-бассейном. Интересная образовательная программа, молодой педагогический коллектив. Расположение «в трех трамвайных остановках» от дома. Возможен удлинённый день пребывания для желающих. Высокие вступительный взнос и ежемесячные платежи. Хорошее питание. Безопасная и обустроенная территория для прогулок.

Вариант С: Небольшой частный детсад в первом этаже ближайшего дома со смешанными по возрасту двумя группами. «Домашняя кухня», ограниченные по разнообразию занятия, большей частью сводящиеся к присмотру и прогулкам. «Выгул» детей происходит на ближайшей детской площадке, возможны прививки и присутствие медсестры в определенные часы или по вызову. Плата невысокая, немного выше, чем в бюджетном детском саду. Отзывы неоднозначные.

Цель исследования: выбор детсада из перечисленных вариантов с учетом имеющихся критериев полезности.

К1 – единоразовый вступительный взнос;

К2 – месячная оплата;

К3 – особенности прогулочной территории и инфраструктуры;

К4 – отзывы среди знакомых родителей и в интернете;

К5 – удаленность от дома;

К6 – безопасность и обустроенность территории;

К7 – разнообразие возможностей дополнительного развития;

К8 – комфорт, чистота и медицинское наблюдение;

К9 – питание.

Критерии объединены в следующие группы: «финансы» $P1=\{K1, K2\}$, «комфорт» $P2=\{K3, K6, K8, K9\}$, «прочие особенности» $P3=\{K4, K5, K7\}$.

Вариант 20.

Рассматривается задача оценки (с целью последующего отбора на аукцион) экспертами антикварных статуэток.

Вариант А: не очень хорошо сохранившаяся статуэтка на охотничью тематику. Датируется серединой восемнадцатого века. Маленькая, изящная, но простоватая. Изготовитель не известен.

Вариант В: довольно авангардная по стилистике модель известного европейского автора середины двадцатого века. Вызывает любопытство у коллекционеров и сильный интерес у нумизматов с деньгами. Требуется небольшой реставрации.

Вариант С: классическая групповая статуэтка небольшого размера, на любовно-лирическую тему. Создана в середине девятнадцатого века. Выполнена в традиционной для того времени цветовой гамме, с хорошо прорисованными деталями. Хорошо сохранилась.

Цель исследования: оценка имеющихся полотен с учетом нижеперечисленных критериев, влияющая на интерес со стороны коллекционеров.

К1 – размеры изделия;

К2 – сохранность;

К3 – известность автора или фабрики-изготовителя;

К4 – уникальность/тиражируемость сюжета и приемов исполнения;

К5 – доступность для понимания непрофессиональному зрителю;

К6 – эмоциональное впечатление;

К7 – художественная ценность;

К8 – мода на вещи этого направления;

К9 – цветовая гамма (резкие или мягкие цвета, богатство оттенков или лаконичность...).

Критерии объединены в следующие группы: «инвестиционная привлекательность»

$P1 = \{K2, K3, K7\}$, «внешние характеристики» $P2 = \{K1, K5, K6, K9\}$, «нюансы» $P3 = \{K4, K8\}$.

4 Требования к отчету

Отчет оформляется в электронном виде, формат А4. Отчет должен состоять не менее, чем из 10 стр. и включать в себя:

1. Титульный лист с указанием названия работы, варианта и ФИО ее автора.
2. Теоретическую часть, содержащую основные положения, касающиеся метода.
3. Изложение содержания задачи.
4. Краткое описание хода выполнения работы.
5. Распечатка результатов EXEL.
6. Объяснение результатов и выводы (рекомендации для ЛПП).
7. Список использованной литературы.

5 Контрольные вопросы

1. Перечислите основные этапы метода анализа иерархий.
2. Опишите процесс попарного сравнения объекта по какому-либо признаку.
3. Опишите шкалу выбора приоритетов.
4. Перечислите основные свойства матрицы попарных сравнений.
5. Как происходит формирование вектора локальных приоритетов?
6. Опишите процесс свертки сводной матрицы локальных приоритетов.
7. На основании чего происходит выбор оптимального варианта в методе анализа иерархий?
8. Можно ли отнести метод анализа иерархий к методам экспертных оценок?

Способы определения приближенных собственных векторов матриц парных сравнений

Вычисление приближенного собственного вектора

1-й способ:

- 1) суммируем элементы каждой строки и записываем полученные результаты в столбец;
- 2) складываем все элементы найденного столбца;
- 3) делим каждый из элементов этого столбца на полученную сумму.

2-й способ:

- 1) суммируем элементы каждого столбца и записываем полученные результаты в столбец;
- 2) заменяем каждый элемент построенного столбца на обратный ему;
- 3) складываем элементы столбца из обратных величин;
- 4) делим каждый из этих элементов на полученную сумму.

3-й способ:

- 1) суммируем элементы каждого столбца;
- 2) делим элементы каждого столбца на их сумму;
- 3) складываем элементы каждой строки полученной матрицы;
- 4) записываем результаты в столбец;
- 5) делим каждый из элементов последнего столбца на порядок исходной матрицы.

4-й способ:

- 1) перемножаем элементы каждой строки и записываем полученные результаты в столбец;
- 2) извлекаем корень n-й степени из каждого элемента найденного столбца;
- 3) складываем элементы этого столбца;
- 4) делим каждый из этих элементов на полученную сумму.

5-й способ:

- 1) возводим матрицу парных сравнений в достаточно высокую степень;
- 2) суммируем элементы каждой строки и записываем полученные результаты в столбец;
- 3) складываем элементы этого столбца;
- 4) делим каждый из этих элементов на полученную сумму.

Замечание. Первые 4 способа приближенного вычисления столбца весов матрицы эффективны для обратно симметричных матриц, достаточно близких к согласованным. Последний, пятый способ можно использовать в любых случаях.

Пример 1. Вычислить приближенно собственный вектор (столбец весов) обратно симметричной матрицы 4-го порядка всеми пятью способами:

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 5 & 6 \\ 1/4 & 1 & 3 & 5 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/6 & 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

1-й способ (указаны результаты каждого шага):

$$1) \begin{bmatrix} 16,00 \\ 9,25 \\ 4,53 \\ 1,70 \end{bmatrix}, 2) 31,48 \quad 3) \begin{bmatrix} 0,51 \\ 0,29 \\ 0,14 \\ 0,05 \end{bmatrix}.$$

2-й способ (указаны результаты каждого шага):

$$1) \begin{pmatrix} 1,62 \\ 5,53 \\ 9,33 \\ 15,00 \end{pmatrix}, \quad 2) \begin{pmatrix} 0,62 \\ 0,18 \\ 0,11 \\ 0,07 \end{pmatrix}, \quad 3) 0,98, \quad 4) \begin{pmatrix} 0,64 \\ 0,19 \\ 0,11 \\ 0,07 \end{pmatrix}.$$

3-й способ:

После 1-го и 2-го шагов получаем матрицу

$$\begin{vmatrix} 0,62 & 0,72 & 0,54 & 0,40 \\ 0,15 & 0,18 & 0,32 & 0,33 \\ 0,12 & 0,06 & 0,11 & 0,20 \\ 0,10 & 0,04 & 0,04 & 0,07 \end{vmatrix}$$

в результате 3-го и 4-го шагов получим столбец

$$\begin{pmatrix} 2,28 \\ 0,99 \\ 0,49 \\ 0,24 \end{pmatrix}$$

и окончательный результат:

$$\begin{pmatrix} 0,57 \\ 0,25 \\ 0,12 \\ 0,06 \end{pmatrix}.$$

4-й способ дает после первого и второго шагов соответственно:

$$\begin{vmatrix} 120 \\ 3,75 \\ 0,20 \\ 0,01 \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} 3,31 \\ 1,39 \\ 0,67 \\ 0,32 \end{vmatrix}$$

Сумма чисел последнего столбца равна 5,69 и, производя деление чисел последнего столбца на эту сумму, получаем следующий окончательный результат:

$$\begin{pmatrix} 0,58 \\ 0,24 \\ 0,12 \\ 0,06 \end{pmatrix}.$$

5-й способ дает после возведения матрицы в третью степень, сложения элементов строк и нормирования соответственно:

$$\begin{pmatrix} 19,35 & 44,27 & 92,27 & 197,33 \\ 8,13 & 18,81 & 37,42 & 78,85 \\ 3,78 & 9,11 & 18,07 & 37,10 \\ 1,83 & 4,48 & 9,22 & 18,89 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} 353,22 \\ 143,21 \\ 68,06 \\ 34,41 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} 0,59 \\ 0,24 \\ 0,11 \\ 0,06 \end{pmatrix}.$$

Определение приближенных собственных значений матриц парных сравнений

Вычисление приближенного собственного значения:

1) найти сумму элементов каждого столбца матрицы A:

$$\sum_{i=1}^n a_{ij}$$

2) умножить сумму каждого столбца на соответствующую по номеру компоненту w_j нормализованного собственного вектора и определить собственное значение:

$$\lambda_{\max}^* \cong \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij} w_j$$

Пример 2. Вычислить приближенное собственное значение обратно симметричной матрицы 3-го порядка:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1/7 \\ 1/3 & 7 & 1 \end{pmatrix}$$

Расчет относительных весов собственного вектора 4 способом:

Оценка компонент собственного вектора, отвечающего $\lambda_{\max}$

$$w_{01} := (1 \cdot 5 \cdot 3)^{\frac{1}{3}} \quad w_{01} = 2.466$$

$$w_{02} := \left(\frac{1}{5} \cdot 1 \cdot \frac{1}{7} \right)^{\frac{1}{3}} \quad w_{02} = 0.306$$

$$w_{03} := \left(\frac{1}{3} \cdot 7 \cdot 1 \right)^{\frac{1}{3}} \quad w_{03} = 1.326$$

$$w_0 = \begin{pmatrix} 2.466 \\ 0.306 \\ 1.326 \end{pmatrix}$$

Нормировка вектора

$$w_0 := \frac{w_0}{2.466 + 0.306 + 1.326}$$

$$w_0 = \begin{pmatrix} 0.602 \\ 0.075 \\ 0.324 \end{pmatrix}$$

Расчет собственного значения:

Суммы в столбцах матрицы A

$$a := \left(\sum_{i=1}^3 A_{i-1,0} \quad \sum_{i=1}^3 A_{i-1,1} \quad \sum_{i=1}^3 A_{i-1,2} \right)$$

$$a = (1.533 \quad 13 \quad 4.143)$$

$$\lambda_{\max} := w_{0,0} \cdot a_{0,0} + w_{0,1} \cdot a_{0,1} + w_{0,2} \cdot a_{0,2}$$

$$\lambda_{\max} = 3.233$$

Видим $\lambda_{\max}=3.233$ что примерно равно $n=3$

Расчет критерия качества матрицы экспертных оценок

$$I_c = \frac{\lambda_{\max}^* - n}{n - 1}$$

$$I_c := \frac{(3.233 - 3)}{3 - 1}$$

$$I_c = 0.117$$