

РАЗДЕЛ 1 «Методология прикладного системного анализа»

Практическая работа № 3. «Метод морфологического анализа»

Цель работы: получить практические навыки в формировании вариантов систем методом морфологического анализа.

Самостоятельная работа: изучение метода морфологического анализа.

Порядок выполнения работы:

1. Морфологический анализ.

1.1. Выбор объекта (системы).

Выберите проектируемую систему, опишите проблемную ситуацию, определите требования к проектируемой системе и критерии оценки качества вариантов. Например, для системы обслуживания проблемная ситуация будет заключаться в длительном времени обработки заказа и их сокращении, требованием будет выполнение заказа не более чем за 10 дней при заданных ограничениях (наличие необходимого оборудования, квалифицированных сотрудников и пр.), а критериями оценки – качество продукции и/или услуги, себестоимость удельной единицы продукции и/или услуги, скорость обработки и выполнения заказа, наличие надлежащих условий труда для выполнения заказов и прочее.

1.2. Составление морфологической таблицы.

Выделите существенные признаки системы (4-5), т.е. параметры влияющие на решение проблемной ситуации. Предложите альтернативные варианты для каждого признака (варианты могут быть комбинированными). Результаты оформите в виде морфологической таблицы (таблица 3.1).

Таблица 3.1.

Морфологическая таблица

	Признаки	Альтернативные варианты		
		1	2	3
A1	<i>Спец. оборудование</i>	Современное	Устаревшее	
A2	<i>Комплекующие</i>	Отечественных производителей	Зарубежных производителей	
A3	<i>Прием заказов</i>	Пункты приема	Агенты (индивидуальный подход)	
A4	<i>Квалификация специалиста</i>	Опыт более 3-х лет	Опыт до 3-х лет	Без опыта
A5	<i>Условия труда</i>	Удовлетворительные	Хорошие	Отличные

Количество решений по данной таблице равно: $2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 = 72$

1.3. Морфологический синтез.

Осуществите синтез вариантов путем последовательного комбинирования признаков: сначала комбинируются два признака, затем оставшиеся после отбрасывания комбинации комбинируются со следующим признаком и т.д. При отбрасывании худших комбинаций учитывайте требования и критерии.

Результаты представьте в виде таблицы (табл. 3.2).

Таблица 3.2.

Варианты	Признак 1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Признак 5
Вариант 1					
Вариант 2					
Вариант 3					

Пример морфологического синтеза (фильтрация полученных решений):

A1+A2

Спец. оборудование	Комплекующие	
	A21	A22
A11		
A12	×	×

A1+A2+A3

Прием заказов	A1+A2	
	A11+A21	A11+A22
A31	×	×
A32		

A1+A2+A3+A4

Квалификация специалиста	A1+A2+A3	
	A11+A21+A32	A11+A22+A32
A41		
A42		×
A43	×	×

A1+A2+A3+A4+A5

Условия труда	A1+A2+A3+A4		
	A11+A21+A32+A41	A11+A22+A32+A41	A11+A21+A32+A42
A51	×	×	
A52		×	×
A53	×		×

Получаем 3 результирующих варианта (X):

1) A11+A21+A32 +A41 + A52

Необходимо современное оборудование и комплектующие отечественного производителя. Необходим квалифицированный персонал (стаж работы более 3-х лет), хорошие условия труда и индивидуальный подход к каждому заказчику.

2) A11+A22+A32 +A41+ A53

Необходимо современное оборудование и комплектующие зарубежного производителя. Необходим квалифицированный персонал (стаж работы более 3-х лет), отличные условия труда и индивидуальный подход к каждому заказчику.

3) A11+A21+A32 +A42 + A51

Необходимо современное оборудование и комплектующие отечественного производителя. Необходим квалифицированный персонал (стаж работы до 3-х лет), удовлетворительные условия труда и индивидуальный подход к каждому заказчику.

2. Выбор оптимального варианта по обобщенным критериям.

2.1. Для выбора оптимального варианта из множества перспективных вариантов, сформированных на предыдущем шаге, необходимо выдвинуть частные критерии выбора (не менее 5). Оцените вес каждого критерия так, чтобы общая сумма весов всех критериев была равна 1.

2.2. Дайте экспертную оценку каждого варианта по каждому частному критерию в виде качественных оценок: *отлично, очень хорошо, хорошо, удовлетворительно, посредственно, неудовлетворительно*. Переведите качественные оценки в количественные при использовании шкалы от 0 до 1. Рассчитайте для каждого из вариантов значения каждого из 5-ти интегральных критериев, приведенных ниже.

2.3. **Аддитивная свертка частных критериев** – значение интегрального критерия определяется как сумма значений частных критериев, поделенная на количество частных критериев. В случае, если частные критерии имеют различную важность (вес), то вместо формулы среднеарифметического для определения значения интегрального критерия используют средневзвешенное арифметическое.

Мультипликативная свертка частных критериев. При использовании данного критерия не требуется нормировка частных критериев. Если частные критерии имеют одинаковый вес, значение интегрального критерия определяется по формуле среднегеометрического. Если же частные критерии имеют различную важность, то определяется средневзвешенное геометрическое. Как и в случае аддитивной свертки сумма весовых коэффициентов должна быть равна 1.

Метод идеальной точки. Прежде всего, необходимо задать идеальную точку x_0 , т.е. объект с наилучшими значениями по всем критериям. Для этого по каждому из частных критериев q_j необходимо определить наилучшее значение $q_j(x_0)$.

Как правило, $q_j(x_0) = \max_i q_j(x_i)$

Значение интегрального критерия для объекта x_i задается как взвешенная сумма расстояний между ним и идеальной точкой x_0 по всем частным критериям. Наилучшим является объект, имеющий минимальное значение критерия.

Если оценки объектов по частным критериям получены в порядковой (ранговой) шкале измерений, то расстояние между точками x_i и x_0 определяется по формуле:

$$\bar{q}(x_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^m v_j (1 - r_j)^2}, i = \overline{1, n}.$$

Существуют и различные модификации метода идеальной точки. В частности, расстояния по каждому из частных критериев не суммируются, а находится максимальное отклонение. Наилучшим считается объект, у которого максимальное отклонение минимально. При решении задач выбора этот критерий позволяет «отбраковывать» альтернативы с большими отклонениями по отдельным критериям.

2.4. По каждому критерию определите наилучший вариант. Результаты представьте в виде таблицы (табл. 3.3).

Таблица 3.3.

Эффективность по интегральным критериям	Варианты (X_i)			Наилучший вариант
	1	2	3	
1				
2				
3				
4				
5				

2.5. Пример выбора по критериям:

Зададим весовые коэффициенты значимости каждого из критериев (K) отбора:

1. Уникальность = 0,4
2. Функциональность = 0,3
3. Стоимость = 0,15
4. Реклама = 0,1
5. Известность = 0,05

Проведем пять экспертных оценок по этим критериям для выбора оптимального результирующего варианта.

Оценки по частным критериям:

1. Отлично (о) = 1,0
2. Очень хорошо (ох) = 0,75
3. Хорошо (х) = 0,625
4. Удовлетворительно (у) = 0,5
5. Посредственно (п) = 0,25
6. Неудовлетворительно (н) = 0

1) **Максимум суммы взвешенных оценок:**
$$F = \sum_{i=1}^n w_i \bullet F_i(x_j) \rightarrow \max_{x_j \in X}$$

Критерии (веса)	Варианты		
	X_1	X_2	X_3
K_1 (0,4)	ох	х	ох
K_2 (0,3)	у	ох	о
K_3 (0,15)	у	о	х
K_4 (0,1)	х	ох	х
K_5 (0,05)	о	у	х

Решение			
1	0,4*0,75=0,3	0,4*0,625=0,25	0,4*0,75=0,3
2	0,3*0,5=0,15	0,3*0,75=0,225	0,3*1=0,3
3	0,15*0,5=0,075	0,15*1=0,15	0,15*0,625=0,09375
4	0,1*0,625=0,0625	0,1*0,75=0,075	0,1*0,625=0,0625
5	0,05*1=0,05	0,05*0,5=0,025	0,05*0,625=0,03125
ИТОГО:	0,6375	0,725	0,7875

Максимум суммы взвешенных оценок равен 0,7875 (вариант X_3).

2) Минимум суммы отклонений от «идеальной точки»: $\sum_{i=1}^n w_i \bullet (\tilde{F}_i - F_i(x_j)) \rightarrow \min_{x_j \in X}$

Критерии (веса)	Варианты		
	X_1	X_2	X_3
K_1 (0,4)	ох	х	ох
K_2 (0,3)	у	ох	о
K_3 (0,15)	у	о	х
K_4 (0,1)	х	ох	х
K_5 (0,05)	о	у	х
Решение			
1	0,4*(1-0,75)=0,1	0,4*(1-0,625)=0,15	0,4*(1-0,75)=0,1
2	0,3*(1-0,5)=0,15	0,3*(1-0,75)=0,075	0,3*(1-1)=0
3	0,15*(1-0,5)=0,075	0,15*(1-1)=0	0,15*(1-0,625)=0,05625
4	0,1*(1-0,625)=0,0375	0,1*(1-0,75)=0,025	0,1*(1-0,625)=0,0375
5	0,05*(1-1)=0	0,05*(1-0,5)=0,025	0,05*(1-0,625)=0,01875
ИТОГО:	0,3625	0,275	0,2125

Минимум суммы отклонений от «идеальной точки» равен 0,2125, что соответствует выбору третьего результирующего варианта X_3 , как и получилось при первом методе экспертных оценок.

3) Минимум суммы квадратов отклонений от «идеальной точки»:

$$\sum_{i=1}^n (w_i \bullet (\tilde{F}_i - F_i(x_j)))^2 \rightarrow \min_{x_j \in X}$$

Квадраты отклонений от «идеальной точки»

Критерии (веса)	Варианты		
	X_1	X_2	X_3
1	0,1 ² =0,01	0,15 ² =0,0225	0,1 ² =0,01
2	0,15 ² =0,0225	0,075 ² =0,005625	0 ² =0
3	0,075 ² =0,005625	0 ² =0	0,05625 ² =0,0031640625
4	0,0375 ² =0,00140625	0,025 ² =0,000625	0,0375 ² =0,00140625
5	0 ² =0	0,025 ² =0,000625	0,01875 ² =0,0003515625
ИТОГО:	0,03953125	0,031875	0,014921875

Минимум суммы квадратов отклонений 0,014921875 соответствует варианту X_3 . Этот критерий позволяет отсеять альтернативы со значительными отклонениями

значений частных критериев от их максимальных значений, т.к. такие отклонения, возведенные в квадрат, резко ухудшают значение интегрального критерия.

4) Минимум максимального отклонения:
$$\max_i w_i \cdot (\tilde{F}_i - F_i(x_j)) \rightarrow \min_{x_j \in X}$$

Максимальный весовой коэффициент равен **0,4**.

Критерии (веса)	Варианты		
	X_1	X_2	X_3
K_1 (0,4)	оx	x	оx
K_2 (0,3)	y	оx	о
K_3 (0,15)	y	о	x
K_4 (0,1)	x	оx	x
K_5 (0,05)	о	y	x
<i>Решение</i>			
1	$0,4 \cdot (1 - 0,75) = 0,1$	$0,4 \cdot (1 - 0,625) = 0,15$	$0,4 \cdot (1 - 0,75) = 0,1$
2	$0,4 \cdot (1 - 0,5) = 0,2$	$0,4 \cdot (1 - 0,75) = 0,1$	$0,4 \cdot (1 - 1) = 0$
3	$0,4 \cdot (1 - 0,5) = 0,2$	$0,4 \cdot (1 - 1) = 0$	$0,4 \cdot (1 - 0,625) = 0,15$
4	$0,4 \cdot (1 - 0,625) = 0,15$	$0,4 \cdot (1 - 0,75) = 0,1$	$0,4 \cdot (1 - 0,625) = 0,15$
5	$0,4 \cdot (1 - 1) = 0$	$0,4 \cdot (1 - 0,5) = 0,2$	$0,4 \cdot (1 - 0,625) = 0,15$
ИТОГО:	0,65	0,55	0,55

Минимум максимального отклонения равен 0,55. Оптимальные варианты: X_2, X_3 .

5) Максимум минимальной оценки:
$$\min_i w_i \cdot F_i(x_j) \rightarrow \max_{x_j \in X}$$

Минимальный весовой коэффициент **0,05**.

Критерии (веса)	Варианты		
	X_1	X_2	X_3
K_1 (0,4)	оx	x	оx
K_2 (0,3)	y	оx	о
K_3 (0,15)	y	о	x
K_4 (0,1)	x	оx	x
K_5 (0,05)	о	y	x
<i>Решение</i>			
1	$0,05 \cdot 0,75 = 0,0375$	$0,05 \cdot 0,625 = 0,03125$	$0,05 \cdot 0,75 = 0,0375$
2	$0,05 \cdot 0,5 = 0,025$	$0,05 \cdot 0,75 = 0,0375$	$0,05 \cdot 1 = 0,05$
3	$0,05 \cdot 0,5 = 0,025$	$0,05 \cdot 1 = 0,05$	$0,05 \cdot 0,625 = 0,03125$
4	$0,05 \cdot 0,625 = 0,03125$	$0,05 \cdot 0,75 = 0,0375$	$0,05 \cdot 0,625 = 0,03125$
5	$0,05 \cdot 1 = 0,05$	$0,05 \cdot 0,5 = 0,025$	$0,05 \cdot 0,625 = 0,03125$
ИТОГО:	0,16875	0,18125	0,18125

Максимум минимальной оценки 0,18125 (варианты X_2, X_3).

На основании проведенных экспертных оценок по пяти интегральным критериям оптимальным может считаться третий вариант: $A11 + A21 + A32 + A42 + A51 = X_3$.

Данный вариант является лидером по критериям. Следовательно, для повышения производительности труда следует соблюдать следующие условия: необходимо использовать современное оборудование и комплектующие отечественного производителя. Необходимо нанимать квалифицированный персонал (стаж работы до 3-х лет), обеспечивать удовлетворительные условия труда и индивидуальный подход к каждому заказчику.

3. Составление отчета.

В отчет должны войти: результаты морфологического анализа – выбранная система, требования и критерии оценки, морфологическая таблица (таблица 3.1), таблицы для каждого шага морфологического синтеза, результирующая таблица (таблица 3.2), вычисленные значения по различным критериям для каждого варианта (таблица 3.3).