

3.2 Лабораторная работа «Априорное ранжирование факторов (психологический эксперимент)»

Цель работы: Закрепление знаний, умений и навыков по отсеиванию факторов на основе априорного ранжирования.

Задачи:

- ознакомиться с представленным методическим материалом;
- используя пример выполнения лабораторной работы провести априорное ранжирование факторов для двух случаев:
 - 1) эксперты дали разные ранги факторам;
 - 2) при ранжировании факторов есть повторы (количество экспертов в обоих случаях принять равным 8).
 - ответить на контрольные вопросы;
 - работу оформить в виде отчета по лабораторной работе.

Методический материал

3.2.1 Сущность экспертных оценок

В последнее время все более широко применяют при решении различных научных, технико-экономических и производственных задач, а также задач прогнозирования методы коллективной экспертной оценки – метод «мозговой атаки» и метод Делфи. Суть экспертных оценок состоит в том, что группе специалистов-экспертов ставится ряд вопросов, касающихся развития данного технического направления или предполагаемого объекта техники. Суждение о прогнозе возникает после соответствующей обработки ответов экспертов.

Метод мозговой атаки или мозгового штурма относится к так называемому зависимому интеллектуальному эксперименту, в котором участвует экспертная группа из 15—20 чел., причем последующее предложение любого члена группы вносится с учетом высказывания предшественников и запрещается критика. Эффективность дискуссии оценивается не по критическим замечаниям, а по числу новых идей, выявленных в процессе обсуждения проблемы.

В отличие от метода мозговой атаки метод Делфи может быть назван независимым интеллектуальным экспериментом, поскольку каждый эксперт высказывает свое мнение независимо от мнения своих коллег. При этом поощряется изолированность экспертов, соблюдается профессиональная тайна письменного диалога между прогнозистом и каждым экспертом, что способствует исключению влияния авторитетов и «давления» на эксперта.

Различают четыре основные разновидности метода Делфи: простой ранжировки (метод предпочтения), задания весовых коэффициентов, последовательных сравнений, парных сравнений. Рассмотрим суть каждого из перечисленных методов и методику обработки результатов экспертизы.

3.2.2 Метод простой ранжировки (метод предпочтения)

Ранжировка предполагает определенное отсеивание факторов по ожидаемой степени их влияния на параметр оптимизации. При этом каждому фактору присваивается определенное место (ранги). Первое место присваивают самому сильно влияющему фактору, последнее – слабовлияющему. Остальные факторы получают ранги от 2 до $k-1$, где k – число влияющих факторов. Исходя из этого, число рангов N должно быть равно числу влияющих факторов k . Отобрать факторы можно на основе опроса ряда специалистов (экспертов). Используя статистическое усреднение, выбирают самые сильно влияющие и отбрасывают слабовлияющие факторы.

Бывает так, что эксперт не в состоянии увидеть, какой из двух факторов больше влияет на «у», поэтому он присваивает разным факторам один и тот же ранг, тогда $N \neq k$. Для того, чтобы использовать результаты такой ранжировки, необходимо приписать каждому фактору стандартизированные ранги.

Для этого общее число стандартизованных рангов принимают равным « k », а факторам, имеющим одинаковые ранги, присваивают стандартизированный ранг, значение которого представляет среднее значение суммы мест, поделенных между собой факторами с одинаковыми рангами. Например, пяти факторам присвоены следующие ранги (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Результаты экспериментного опроса

X_i	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
a_{ij}	1	1	3	3	2

Факторы X_1 и X_2 поделили между собой 1 и 2 место, которым присваивается стандартизованный ранг, определяемый как средняя сумма мест:

$$C = \frac{1+2}{2} = 1,5$$

Факторы X_3 и X_4 поделили 4 и 5 место, следовательно:

$$C = \frac{4+5}{2} = 4,5$$

В результате получаем следующую нормальную ранжировку (таблица 3.2):

Таблица 3.2 – Стандартизированная матрица

X_i	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
a_{ij}	1,5	1,5	4,5	4,5	3

Правильность ранжировки проверяется равенством 3.10:

$$\frac{k(k+1)}{2} = \sum_{i=1}^k a_{ij}, \quad (3.10)$$

где a_{ij} – ранг i -го фактора в j -ом ряду.

Для ранжировки факторов рекомендуется привлекать как можно больше специалистов, это позволяет снизить субъективизм ранговых оценок (обычно берут 7-10 человек). После ранжирования часть факторов отсеивают и не включают в первую серию экспериментов. Если после этого цель оптимизации достигнута, то исследование заканчивается.

В общем виде метод простой ранжировки (предпочтения) включает в себя:

- составление списка влияющих факторов;
- разработка анкеты, которая содержит: параметр оптимизации, факторы, уровни их варьирования;
- определение специалистов, которые работают в сфере проведения эксперимента;

- специалистам предлагается расположить все факторы в порядке убывания степени их влияния на «у»;
- результаты опроса экспертов записывают в виде матрицы рангов;
- вычисляют коэффициент конкордации «W»;
- построение диаграммы рангов;
- принятие решения о возможности отсеивания факторов.

При отборе экспертов исходят, прежде всего, из компетентности того или иного специалиста в области исследуемой проблемы. В специальной литературе предлагаются различные методы отбора специалистов.

Заполняя анкету, эксперт определяет место фактора в ранжированном ряду. Для удобства последующих вычислений результаты ранжирования представляются в виде матриц (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Матрица экспертного опроса

Эксперты <i>m</i>	Факторы <i>k</i>				
	1	2	...	<i>i</i>	<i>k</i>
1	α_{11}	α_{12}	...	α_{1i}	α_{1k}
2	α_{21}	α_{22}	...	α_{2i}	α_{2k}
...
<i>j</i>	α_{j1}	α_{j2}	...	α_{ji}	α_{jk}
<i>m</i>	α_{m1}	α_{m2}	...	α_{mi}	α_{mk}

Суммируя по столбцам матрицы (таблица 3.3), определяют сумму рангов по факторам $\sum_{j=1}^m a_{ij}$, а затем рассчитывают среднюю сумму рангов по формуле 3.11.

$$T = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}}{k}, \quad (3.11)$$

где *m* – число экспертов

Разность между суммой рангов *i*-го фактора и средней суммой рангов (формула 3.12).

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}}{k} = \sum_{j=1}^m a_{ij} - T, \quad (3.12)$$

Далее рассчитывают сумму квадратов разностей по формуле 3.13.

$$S = \sum_{i=1}^k (\Delta_i)^2, \quad (3.13)$$

Полученные данные позволяют выявить согласованность мнений экспертов относительно степени влияния факторов на параметр оптимизации. Согласованность мнений экспертов оценивается коэффициентом конкордации « W », т. е. коэффициентом ранговой корреляции для группы, состоящей из m экспертов. Для расчета коэффициента конкордации используют одну из следующих формул 3.14, 3.15:

$$W = \frac{12S}{m^2(k^3 - k)}, \quad (3.14)$$

$$W = \frac{12S}{m^2(k^3 - k) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (3.15)$$

где $T_j = \sum(t_j^3 - t_j)$

t_j - число одинаковых рангов в j -м ряду.

Формула используется тогда, когда какой-либо эксперт не может установить ранговое различие между некоторыми факторами и присваивает им одинаковые ранги. Коэффициент конкордации изменяется от 0 до 1. Равенство единице означает, что все эксперты дали одинаковые оценки факторам, а равенство 0 означает, что связи между оценками, полученными от разных экспертов, не существует.

Использовать коэффициент конкордации можно после оценки его значимости. Для оценки значимости коэффициента конкордации можно воспользоваться распределением χ^2 при $f = k - 1$ степенях свободы. Значение χ^2 в зависимости от выражения для расчета W будет определяться по одной из двух формул 3.16, 3.17:

$$\chi^2 = \frac{12S}{mk(k+1)}, \quad (3.16)$$

$$\chi^2 = \frac{12S}{mk(k+1) - \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (3.17)$$

Гипотеза о наличии согласия экспертов может быть принята, если при заданном числе степеней свободы $f = k - 1$ и уровне значимости $\alpha=0,05$ табличное значение χ_{α}^2 , будет меньше расчетного (приложение Б). Если мнение экспертов оказывается согласованным, то можно строить диаграмму рангов.

На диаграмме рангов по оси абсцисс откладываются факторы в последовательности по степени их влияния на параметр оптимизации, а по оси ординат – суммы рангов. Чем меньше сумма рангов у фактора, тем выше его место на диаграмме. По распределению факторов на диаграмме оценивается значимость того или иного фактора и решается вопрос о целесообразности его включения в эксперимент. Можно не учитывать часть факторов и относить их влияние к шумовому полю в случае, если они распределяются по закону неравномерного экспоненциального убывания. Если распределение факторов равномерное, то в эксперимент необходимо включать все факторы.

3.2.3 Метод задания весовых коэффициентов

Заключается в присвоении каждому из факторов весовых коэффициентов, которые могут быть представлены двумя способами:

- всем факторам назначают весовые коэффициенты так, чтобы сумма коэффициентов была равна какому-либо фиксированному числу (например, единице, десяти, ста и т. д.);
- наиболее важному из всех факторов придают весовой коэффициент, равный какому-то фиксированному числу, а всем остальным — коэффициенты, равные долям этого числа.

Обобщенное мнение экспертов получают также с помощью среднего статистического значения j -го признака, где под α_{ji} понимают весовой коэффициент, присвоенный i -м экспертам j -му признаку. При этом, чем больше α_j , тем важнее признак. Однако сказать что-либо о согласованности мнений экспертов невозможно, поскольку неизвестно, каким должно быть распределение в идеальном случае.

Приложение Б
(справочное)
Мера расхождения Пирсона
 Значения χ^2_α , удовлетворяющие условию $P(\chi^2 > \chi^2_\alpha) = \alpha$

Таблица Б.1

<i>r</i>	<i>p</i>														
	0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	0,000	0,001	0,004	0,016	0,064	0,148	0,455	1,074	1,642	2,71	3,84	5,41	6,64	10,83	
2	0,020	0,040	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386	2,41	3,22	4,60	5,99	7,82	9,21	13,82	
3	0,115	0,185	0,352	0,584	1,005	1,424	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	9,84	11,34	16,27	
4	0,297	0,429	0,711	1,064	1,649	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	11,67	13,28	18,46	
5	0,554	0,752	1,145	1,610	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	13,39	15,09	20,5	
6	0,872	1,134	1,645	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	15,03	16,81	22,5	
7	1,239	1,564	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,02	14,07	16,62	18,48	24,3	
8	1,646	2,03	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,03	13,36	15,51	18,17	20,1	26,1	
9	2,09	2,53	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,66	12,24	14,68	16,92	19,68	21,7	27,9	
10	2,56	3,06	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,78	13,44	15,99	18,31	21,2	23,2	29,6	
11	3,05	3,61	4,58	5,58	6,99	8,15	10,34	12,90	14,63	17,28	19,68	22,6	24,7	31,3	
12	3,57	4,18	5,23	6,30	7,81	9,03	11,34	14,01	15,81	18,55	21,0	24,1	26,2	32,9	
13	4,11	4,76	5,89	7,04	8,63	9,93	12,34	15,12	16,98	19,81	22,4	25,5	27,7	34,6	
14	4,66	5,37	6,57	7,79	9,47	10,82	13,34	16,22	18,15	21,1	23,7	26,9	29,1	36,1	
15	5,23	5,98	7,25	8,55	10,31	11,72	14,34	17,32	19,31	22,3	25,0	28,3	30,6	37,7	
16	5,81	6,61	7,96	9,31	11,15	12,62	15,34	18,42	20,5	23,5	26,3	29,6	32,0	39,3	
17	6,41	7,26	8,67	10,08	12,00	13,53	16,34	19,51	21,6	24,8	27,6	31,0	33,4	40,8	
18	7,02	7,91	9,39	10,86	12,86	14,44	17,34	20,6	22,8	26,0	28,9	32,3	34,8	42,3	
19	7,63	8,57	10,11	11,65	13,72	15,35	18,34	21,7	23,9	27,2	30,1	33,7	36,2	43,8	
20	8,26	9,24	10,85	12,44	14,58	16,27	19,34	22,8	25,0	28,4	31,4	35,0	37,6	45,3	