

Практическая работа «Экспертная оценка свойств системы»

Оглавление

I Цель и задачи	1
II Порядок выполнения работы	1
III Структура отчета по практической работе:	9
Литература	9
Приложение А	10

I Цель и задачи

Цель: Получить практические навыки экспертного оценивания систем различными методами и обработки результатов оценивания.

Задачи:

1. Научится оценивать систем методом ранжирования
2. Научится оценивать систем методом парного сравнения
3. Научится оценивать систем методом непосредственного оценивания
4. Научится оценивать объекты методом последовательного сравнения

Теоретические сведения представлены в разделе 2.3 пособия [1].

II Порядок выполнения работы

0. Работа может выполняться только в группах (до 3-х человек). Задания по последовательному сравнению методом Черчмена-Акоффа выполняются индивидуально каждым студентом (членом группы).

Все расчеты осуществляются в Excel, исходные и расчетные данные на листе должны представляться в виде таблиц, представленных в задании. Допускается в отчет Word переносить скрин таблицы из Excel, если она оформлена в соответствии с заданием. Файл Excel и файл с отчетом в Word прикрепляются в виде ответа на задание в Moodle.

1. Формирование групп экспертов, выбор объектов оценивания. Необходимо сформировать небольшие группы до 3-х человек, выбрать цель сравнения и объекты (системы) для сравнения. Число объектов – 5, они должны быть однородными.

Примеры цели и объектов сравнения:

цель – покупка автомобиля, объекты – «Волга», «Нива», «Ока», «Audi», «Nissan»;

цель – выбор места отдыха, объекты – Анталия, Сочи, Ялта, Белек, Байкал;

цель – выбор места торжества, объекты – квартира, кафе, ресторан, дача, катер;

цель – выбор университета для получения высшего образования, объекты – конкретные учебные заведения;

цель – выбор формы обучения, объекты – очная, заочная, очно-заочная (вечерняя), дистанционная, самообразование.

2. Ранжирование систем.

2.1. Каждый из членов группы (эксперт) должен проранжировать выбранные системы по предпочтительности. Для эквивалентных систем используются связанные ранги.

Например, пусть эксперт упорядочил объекты x_1, \dots, x_5 следующим образом:

$$x_3 \succ x_5 \succ x_1 \equiv x_4 \succ x_2.$$

Тогда ранги объектов получают следующие значения:

$$r_3 = 1, r_5 = 2, r_1 = r_4 = (3 + 4) / 2 = 3,5, r_2 = 5.$$

2.2. Затем составляется обобщенная ранжировка методом суммы мест. Для каждого объекта ранги, присвоенные экспертами, суммируются. Обобщенные ранги присваиваются в соответствии с увеличением сумм рангов. Результаты оформляются в виде таблицы (табл.1).

Таблица 1 – Ранжировки объектов

	Объект 1	Объект 2	Объект 3	Объект 4	Объект 5
Эксперт 1	r_{11}	r_{12}	r_{13}	r_{14}	r_{15}
Эксперт 2	r_{21}	r_{22}	r_{23}	r_{24}	r_{25}
Эксперт 3	r_{31}	r_{32}	r_{33}	r_{34}	r_{35}
Сумма рангов	$\sum r_{i1}$	$\sum r_{i2}$	$\sum r_{i3}$	$\sum r_{i4}$	$\sum r_{i5}$
Обобщенный ранг	r_1^*	r_2^*	r_3^*	r_4^*	r_5^*

2.3. Определите оценку согласованности мнений в виде дисперсионного коэффициента конкордации по формуле:

$$K = (12 \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r} \right)^2) / (m^2 (n^3 - n) - m \sum_{s=1}^m T_s),$$

где m — количество экспертов;

n — количество объектов ранжирования;
 r — оценка математического ожидания равная

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij};$$

T_s — показатель связанных рангов в s -й ранжировке.

Показатель T_s определяется по формуле:

$$T_s = \sum_{k=1}^{H_s} (h_k^3 - h_k)$$

где H_s — число групп равных рангов в s -й ранжировке;

h_k — число равных рангов в k -й группе связанных рангов. Если совпадающих рангов нет, то $T_s = 0$

2.4. На основе вычисленного коэффициента конкордации K дайте качественную характеристику согласованности мнений экспертов, определив ее по таблице 5.2.

Таблица 2 – Качественная оценка согласованности мнений экспертов

Значение K	$< 0,3$	$0,3-0,5$	$0,5-0,7$	$0,7-0,9$	$> 0,9$
Характеристика согласованности	слабая	умеренная	заметная	высокая	очень высокая

3. Парные сравнения систем.

3.1. Каждый из членов группы составляет матрицу парных сравнений выбранных систем. Значения матрицы определяются по формуле:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } x_i \succ x_j \text{ или } x_i \equiv x_j; \\ 0 & \text{если } x_i \prec x_j, \quad i, j = \overline{1, n}. \end{cases}$$

В табл. 3 приведен пример матрицы парных сравнений с булевыми значениями для объектов, имеющих следующий порядок:

$$x_1 \succ x_5 \succ x_3 \succ x_4 \succ x_2.$$

Таблица 3 – Пример матрицы парных сравнений

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	1	1	1	1	1
x_2	0	1	0	0	0
x_3	0	1	1	1	0
x_4	0	1	0	1	0
x_5	0	1	1	1	1

Матрица должна быть согласована, т. е. для $\forall i, j, k = \overline{1, n}$ должны выполняться условия:

- $w_{ii} = 1$;
- если $w_{ij} = 1$, то $w_{ji} = 0$;
- если $w_{ij} = 1$ и $w_{jk} = 1$, то $w_{ik} = 1$.

3.2. Затем составляется обобщенная матрица с помощью метода нахождения медианы. Все элементы медианы определяются по правилу большинства голосов, т. е. элемент обобщенной матрицы равен 1 только в том случае, если половина или больше экспертов посчитали этот элемент равным 1.

3.3. На основе обобщенной матрицы определите ранги систем. Для этого просуммируйте элементы обобщенной матрицы по строкам или по столбцам). Чем больше сумма элементов матрицы по строке, тем выше ранг объекта (чем больше сумма элементов матрицы по столбцу, тем ниже ранг объекта).

В файле Excel и в отчете приводятся матрица парных сравнений каждого из экспертов, а также обобщенная матрица.

3.4. Сравните полученные ранги объектов с результатами, полученными в пункте 2 (метод ранжирования). В идеале – должны совпадать.

4. Непосредственное оценивание систем.

4.1. Необходимо выбрать шкалу для оценки систем, например, действительные числа на отрезке $[0, 1]$, балльная оценка (по 5-, 10-, 100-балльной шкале), лингвистические значения (отлично, хорошо, удовлетворительно, и т.д.).

В случае использования лингвистических оценок, нужно определить схему их перевода в балльные оценки, например: «отлично» – 1,0; «очень хорошо» – 0,75; «хорошо» – 0,625; «удовлетворительно» – 0,5; «посредственно» – 0,25; «неудовлетворительно» – 0.

4.2. Каждый из членов группы оценивает системы. Результаты представить в таблице 4 (элементы a).

4.3. Затем определите коэффициенты компетентности экспертов k_i –

числа в интервале $[0, 1]$. Причем сумма коэффициентов должна быть равна 1:

$$\sum_{i=1}^m k_i = 1.$$

4.4. Рассчитайте обобщенные оценки систем по формуле:

$$a_j = \sum_{i=1}^m k_i a_{ij}.$$

4.5. Оцените согласованность мнений экспертов. Для этого рассчитайте по каждому объекту коэффициент вариации по формуле:

$$K_v = \frac{\sigma_j}{a_j} \cdot 100 \%,$$

где σ – среднее квадратическое отклонение оценок от групповой (агрегированной);

a_j – агрегированная оценка.

Среднее квадратическое отклонение определяется по формуле:

$$\sigma_j = \sqrt{\sum_i k_i \cdot (a_{ij} - a_j)^2},$$

Таблица 4 – Результаты непосредственной оценки объектов компетентность

	компетентность	Объект 1	Объект 2	Объект 3
Эксперт 1	k_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}
Эксперт 2	k_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}
Эксперт 3	k_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}
Обобщенная оценка		a_1^*	a_2^*	a_3^*
Коэффициент вариации, %				
Коэффициент вариации, лингвистическое значение				

Коэффициент вариации равен нулю при наибольшей согласованности оценок экспертов (все оценки одинаковые). С увеличением значения коэффициента вариации, степень согласованности экспертов снижается. Шкала изменения коэффициента вариации представлена в таблице 5.

Таблица 5 - Шкала изменения коэффициента вариации

Значение коэффициента вариации	0–11%	11–22 %	22–33 %	> 33 %
Качественная характеристика согласованности экспертов	Очень высокая	Высокая	Умеренная	Недостаточная (слабая)

Результаты по пунктам 4.2 – 4.6 представьте в виде таблицы 4.

5. Последовательное сравнение методом Черчмена-Акоффа.

5.1. Каждый студент выбирает один из вариантов исходных оценок в таблице 6 (неважно какой, главное внутри группы они должны быть разные). Расположите объекты в порядке предпочтения и присвойте оценки объектам согласно вариантам исходных оценок объектов, представленным в таблице 6.

$$\begin{array}{ccccccc} x_1 & \succ & x_2 & \succ & x_3 & \succ & x_4 \\ 1.0 & & 0.8 & & 0.5 & & 0.2 \end{array}$$

Таблица 6 – Варианты исходных оценок (непосредственные оценки)

Объекты (упорядочены по предпочтениям)	Варианты исходных оценок (полученных непосредственным оцениванием)				
1-й объект (самый предпочтительный)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2-й объект	0,9	0,8	0,7	0,8	0,9
3-й объект	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
4-й объект	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
5-й объект (наименее предпочтительный)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3

Проведите первую итерацию. Для этого решите, будет ли первый объект превосходить по предпочтительности все остальные объекты вместе взятые. Если да, то увеличьте оценку первого объекта так, чтобы она стала больше суммы оценок остальных объектов, например:

$$\begin{array}{l} x_1 \succ (x_2 + x_3 + x_4) \\ 1.6 > (0.8 + 0.5 + 0.2) \end{array}$$

В противном случае он измените оценку первого объекта так, чтобы она стала меньше, чем сумма оценок остальных объектов.

Решите, будет ли второй объект предпочтительнее, чем все последующие вместе взятые объекты, и скорректируйте оценку второго объекта таким же образом, как для первого. Например:

$$\begin{array}{l} x_1 \quad x_2 \prec (x_3 + x_4) \\ 1.6 \quad 0.6 < (0.5 + 0.2) \end{array}$$

Продолжите операцию сравнения предпочтительности последующих объектов и изменения числовых оценок этих объектов пока не переберете все объекты.

Проверьте, не нарушился порядок предпочтительности объектов, заданный на этапе ранжирования.

Проведите вторую итерацию. Аналогично первой. Если принятые вами решения относительно предпочтительности выполняются по всем объектам, то дальнейших итераций не требуется. В противном случае – проведите необходимое количество итераций до выполнения условий.

5.2. Нормируйте результаты последовательного сравнения: разделите каждую оценку на максимальное значение.

Все результаты итераций представьте в виде таблицы 6.

Таблица 6 – Результаты последовательного сравнения

Объект	Исходные оценки (по номеру варианта)	Значения по итерациям			Нормированные оценки
		1-я итерация	2-я итерация	n-я итерация	

При защите отчета каждый студент из группы должен ответить на вопросы по методам субъективных измерений (ранжирование, парное сравнение, непосредственное оценивание, последовательное сравнение) и ходу выполнения работы.

Контрольные вопросы

1. Суть метода ранжирования
2. Что такое связные ранги и способы их назначения
3. Как определяется обобщенная оценка при групповом ранжировании
4. Для чего служит коэффициент конкордации? Какой диапазон значения этого коэффициента и как их интерпретировать?
5. Суть метода парного сравнения
6. Какие варианты числовых представлений используют в матрицах парных сравнений? Какие условия согласованности матрицы?
7. Как определить ранги по матрице парных сравнений?
8. Как построить обобщенную матрицу парных сравнений?
9. Суть метода непосредственного оценивания
10. Как рассчитывается агрегированная (обобщенная) оценка в случае группового непосредственного оценивания?
11. Условие нормировки весов компетентности экспертов
12. Как оценивается согласованность экспертов при непосредственном оценивании?
12. Метод последовательного сравнения – этапы, выполняемые операции.

III Структура отчета по практической работе:

Титульный лист

Название вуза, кафедры; название и номер практической работы; наименование дисциплины, по которой выполнена работа; ФИО студента, преподавателя,; дата исполнения (число, месяц, год). Пример титула приведен в Приложении А.

Введение.

Указать цель и задачи работы.

Основная часть

1. Ранжирование систем
2. Парное оценивание систем
3. Непосредственное оценивание систем
4. Последовательное сравнение методом Черчмена-Акоффа

Все расчеты осуществляются в Excel, исходные и расчетные данные на листе должны представляться в виде таблиц, представленных в задании. Допускается в отчет Word переносить скрин таблицы из Excel, если она оформлена в соответствии с заданием.

Заключение

Привести данные о достижении цели и задач работы, полученных результатах.

Литература

1. Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие / Силич М. П., Силич В. А. - 2013. 342 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5452> , дата обращения: 01.09.2020.
2. Силич, М. П. Теория систем и системный анализ: Методические указания к выполнению практических работ для студентов направления подготовки 231000.62 «Программная инженерия» (бакалавриат) часть 1 [Электронный ресурс] / М. П. Силич. — Томск: ТУСУР, 2013. — 32 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5450>, дата обращения: 01.09.2020.

Приложение А

Пример титульного листа

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)
Кафедра автоматизированных систем управления (АСУ)

Отчет по практической работе №5
«Экспертная оценка свойств системы» по
дисциплине «Системный анализ»

Выполнил студент(ы) гр. 439-1

_____ ФИО

«_____» _____ 2020

Проверил

_____ Захарова А.А.

«_____» _____ 2020

Томск 2020