

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 «Теория систем и системный анализ»

Выполнили студент(ы) гр. 430-2

_____ Колпакова К.И.

_____ Лузинсан А.А.

_____ Швоева Д.С.

«____» _____ 2022 г.

Проверила

_____ Аверьянова А.М.

«____» _____ 2022 г.

Томск 2022

Оглавление

Введение.....	3
1. Основная часть	4
1.1 Формирование цели и объектов для сравнения.....	4
1.2 Ранжирование системы	4
1.2.1 Ранжирование по предпочтительности	4
1.2.2 Обобщённая ранжировка методом суммы мест	5
1.2.3 Оценка согласованности мнений	5
1.2.4 Качественная характеристика согласованности мнений экспертов.....	6
1.3 Парные сравнения систем	6
1.3.1 Матрица парных сравнений.....	6
1.3.2 Обобщённая матрица	7
1.3.3 Определение рангов систем.....	8
1.3.4 Сравнение рангов методом ранжирования и методом парных сравнений систем	8
1.4 Непосредственное оценивание систем	8
1.5 Последовательное сравнение методом Черчмена-Акоффа.....	10
Заключение	12
Использованные источники	13

Введение

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

Задачи:

1. Научиться оценивать системы методом ранжирования;
2. Научиться оценивать системы методом парного сравнения;
3. Научиться оценивать системы методом непосредственного оценивания;
4. Научиться оценивать объекты методом последовательного сравнения.

1. Основная часть

1.1 Формирование цели и объектов для сравнения

Группой экспертов были выбраны объекты для оценивания и сравнения. Объектами для сравнения послужили объекты «Мультиварка», а целью сравнения стала – покупка мультиварки. Однородные объекты в количестве 5 перечислены далее:

- x_1 - Polaris;
- x_2 -Marta;
- x_3 -Добрыня;
- x_4 -Vitek;
- x_5 -Bosch;

1.2 Ранжирование системы

1.2.1 Ранжирование по предпочтительности

Каждым экспертом нашей команды были упорядочены системы по предпочтительности, причём для эквивалентных систем были использованы связанные ранги. Таким образом ранжирование систем по каждому эксперту выглядит следующим образом:

- Колпакова К. И.: $x_5 > x_1 > x_4 > x_2 > x_3$
- Лузинсан А. А: $x_1 > x_3 > x_4 == x_5 > x_2$
- Швоева Д. С.: $x_1 > x_3 > x_4 > x_2 == x_5$

1.2.2 Обобщённая ранжировка методом суммы мест

Для каждого объекта ранги, присвоенные экспертами, были просуммированы. Далее обобщенные ранги были присвоены в соответствии с увеличением сумм. Результат оформлен в виде таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Ранжирование объектов

	Polaris (x1)	Marta (x2)	Добрыня (x3)	Vitek (x4)	Bosch (x5)
Колпакова К.И.	2	4	5	3	1
Лузинсан А.А.	1	5	2	3,5	3,5
Швоева Д.С.	1	4,5	2	3	4,5
Сумма рангов	4	13,5	9	9,5	9
Обобщенный ранг	1	5	2,5	4	2,5

1.2.3 Оценка согласованности мнений

Была определена оценка согласованности мнений в виде дисперсионного коэффициента конкордации по формуле:

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

где m — количество экспертов;

n — количество объектов ранжирования;

\bar{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, равный:

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

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

h_k — число равных рангов в k -й группе связанных рангов. В случае, если совпадающих рангов нет, было положено $T_s = 0$.

Таким образом, подставляя в формулу дисперсионного коэффициента конкордации известные значения, получаем:

$$K = \frac{12 * \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m r_{ij} - (\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij}))^2}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{s=1}^m (\sum_{k=1}^{H_s} (h_k^3 - h_k))} = 0,5229885$$

1.2.4 Качественная характеристика согласованности мнений экспертов

Взяв за основу коэффициент конкордации K была определена качественная характеристика согласованности мнений экспертов, который входит в диапазон 0.5-0.7 и соответствует характеристике согласованности «заметная».

1.3 Парные сравнения систем

1.3.1 Матрица парных сравнений

Значения матрицы парных сравнений систем «Мультиварка» были определены по формуле и представлены в таблице 1.2:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ если } x_i > x_j \text{ или } x_i \equiv x_j \\ 0, \text{ если } x_i < x_j, & i, j = \overline{1, n} \end{cases}$$

Таблица 1.2 – Матрица парных сравнений эксперта 1

	x1	x2	x3	x4	x5
x1	1	1	1	1	0
x2	0	1	1	1	0
x3	0	0	1	0	0
x4	0	0	1	1	0
x5	1	1	1	1	1

Таблица 1.3 – Матрица парных сравнений эксперта 2

	x1	x2	x3	x4	x5
x1	1	1	1	1	1
x2	0	1	0	0	0
x3	0	1	1	1	1
x4	0	1	0	1	1
x5	0	1	0	0	1

Таблица 1.4 – Матрица парных сравнений эксперта 3

	x1	x2	x3	x4	x5
x1	1	1	1	1	1
x2	0	1	0	0	1
x3	0	1	1	1	1
x4	0	1	0	1	1
x5	0	0	0	0	1

1.3.2 Обобщённая матрица

Затем была составлена обобщенная матрица с помощью метода нахождения медианы, проставленная в таблице 1.5. Все элементы медианы были определены 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.

Таблица 1.5 – Обобщённая матрица

	x1	x2	x3	x4	x5
x1	1	1	1	1	1
x2	0	1	0	0	0
x3	0	1	1	1	1
x4	0	1	0	1	1
x5	0	1	0	0	1

1.3.3 Определение рангов систем

На основе обобщенной матрицы были определены ранги систем, выписанные в таблице 1.6. Для этого были просуммированы элементы обобщенной матрицы по строкам. Чем больше сумма элементов матрицы по строке, тем выше ранг объекта.

Таблица 1.6 – Обобщённые ранги систем

	Сумма	Обобщенный ранг
x1	5	1
x2	1	5
x3	4	2
x4	3	3
x5	2	4

1.3.4 Сравнение рангов методом ранжирования и методом парных сравнений систем

В результате сравнения полученных рангов объектов с результатами, полученными с помощью метода ранжирования, были выявлены различия, но при этом, ранги граничных объектов у обоих методов совпадают.

1.4 Непосредственное оценивание систем

В качестве шкалы для оценки систем была выбрана шкала действительных чисел на отрезке $[0,1]$.

Далее каждый из членов группы оценил системы, результаты которых представлены в таблицах 1.7. Также были определены коэффициенты компетентности экспертов k_i – действительные числа в интервале $[0, 1]$ – которые были выяснены путём обсуждения в команде. Причем сумма коэффициентов стала равна 1:

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

Обобщенные оценки систем были рассчитаны по формуле:

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

Помимо этого, была оценена согласованность мнений экспертов. Для этого по каждому объекту был рассчитан коэффициент вариации по формуле:

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

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

a_j – агрегированная оценка.

Среднее квадратическое отклонение было определено по формуле:

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

Таблица 1.7 – Результаты непосредственной оценки объектов компетентность

	Компетентность	x1	x2	x3	x4	x5
Колпакова К.И.	0,34	0,76	0,30	0,05	0,54	0,98
Лузинсан А.А.	0,33	0,87	0,32	0,79	0,67	0,69
Швоева Д.С.	0,33	0,90	0,40	0,78	0,65	0,30
Обобщенная оценка		0,84	0,34	0,54	0,62	0,66
Коэффициент вариации, %		7,18	12,71	65,07	9,27	42,29
Коэффициент вариации, лингвистическое значение		Очень высокая	Высокая	Недостаточная (слабая)	Очень высокая	Недостаточная (слабая)

1.5 Последовательное сравнение методом Черчмена-Акоффа

В команде были распределены различные варианты исходных оценок. Объекты были расположены в порядке предпочтения и им были присвоены оценки.

Первая итерация: решается, превосходит ли первый объект по предпочтительности все остальные объекты вместе взятые. Если да, то оценка первого объекта увеличивается так, что она становится больше суммы всех остальных объектов. Иначе, оценкой первого объекта становится значение, меньшее сумме всех остальных объектов.

Вторая итерация: решается, превосходит ли второй объект по предпочтительности, чем все последующие, и скорректируется оценка второго объекта таким же образом, как для первого.

Операция сравнения предпочтительности последующих объектов и изменения числовых оценок этих объектов продолжается пока не переберутся все объекты. оценки:

И наконец, проверяем, не нарушился ли порядок предпочтительности объектов, заданный на этапе ранжирования, а также нормируем результаты последовательного сравнения путём деления каждой оценки на максимальное значение оценки среди всех объектов.

Все результаты итераций представлены в таблицах 1.8-1.10.

Таблица 1.8 – Результаты последовательного сравнения эксперта 1

Объект	Исходные оценки	Значения по итерациям			Нормированные оценки
		1-я итерация	2-я итерация	3-я итерация	
x5	1,00	2,10	2,60	2,80	1,00
x1	0,90	1,20	1,40	1,40	0,50
x4	0,50	0,70	0,70	0,70	0,25
x2	0,40	0,40	0,40	0,40	0,14
x3	0,20	0,20	0,20	0,20	0,07

Таблица 1.9 – Результаты последовательного сравнения эксперта 2

Объект	Исходные оценки	Значения по итерациям			Нормированные оценки
		1-я итерация	2-я итерация	3-я итерация	
x1	1,00	2,25	2,80	-	1,00
x3	0,70	1,40	1,40	-	0,50
x5	0,60	0,60	0,60	-	0,21
x4	0,50	0,50	0,50	-	0,18
x2	0,20	0,20	0,20	-	0,07

Таблица 1.10 – Результаты последовательного сравнения эксперта 3

Объект	Исходные оценки	Значения по итерациям			Нормированные оценки
		1-я итерация	2-я итерация	3-я итерация	
x1	1,0	2,5	-	-	1,00
x3	0,9	0,9	-	-	0,36
x4	0,7	0,7	-	-	0,28
x2	0,4	0,4	-	-	0,16
x5	0,3	0,3	-	-	0,12

Заключение

В ходе выполнения практической работы были получены навыки экспертного оценивания систем различными методами и навыки обработки результатов оценивания.

Использованные источники

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: 04.10.2020.
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: 04.10.2020.