

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Севастопольский государственный университет»

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОЦЕНКИ

**Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Методы системного анализа и
проектирования информационных систем»**

Для студентов, обучающихся по направлению
09.03.02 «Информационные системы и технологии» и
по дисциплине «Системный анализ и
проектирование информационных систем»

Для студентов, обучающихся по направлению
09.03.03 «Прикладная информатика»
по учебному плану подготовки бакалавров
очной и заочной форм обучения

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Углубление теоретических знаний в области системного анализа, исследование способов расчета критериев эффективности. Приобретение практических навыков использования количественных оценок для систем.

2 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

2.1 Критерий эффективности системы

Системный анализ ориентирован на принятие решений касающихся сложных систем. Принятие решений, как правило, осуществляется в условиях неопределенности и требует учета многочисленных факторов, участия специалистов из различных областей знаний (экспертов).

Эффективность – это обобщенная характеристика, отражающая степень соответствия результатов функционирования системы своему целевому назначению, т.е. степень достижения поставленной цели. Критерий эффективности – это мера оценки эффективности в целом. В количественном значении критерия эффективности интегрируются все свойства системы.

Построение обобщенного (интегрального) критерия эффективности сложных систем, показывающего взаимозависимость многочисленных факторов, влияющих на функционирование системы, производится в соответствии с теорией полезности на основе аддитивного преобразования:

$$E = \varphi(q_1, \dots, q_n) = \sum_{i=1}^n b_i q_i \quad (2.1)$$

где q_1, \dots, q_n – частные критерии эффективности, b_i – коэффициенты, отражающие полезность (ценность) критерия.

Определение значений b_i производится группой из m экспертов. В начале каждый j -й эксперт выставляет оценку i -му критерию, затем они масштабируются:

$$b_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sum_{i=1}^n c_{ij}} \quad (2.2)$$

затем вычисляются коэффициенты b_i :

$$b_i = \frac{1}{m} \cdot \sum_{j=1}^m b_{ij}, \quad (2.3)$$

где m – количество экспертов.

Существуют два основных метода получения экспертных оценок c_{ij} .

2.2 Метод ранжировки критериев

В этом случае эксперт размещает частные критерии по убыванию ценности слева направо (на одном месте могут стоять несколько критериев), затем проводят новую нумерацию слева направо и определяют ранг r_{ij} , который равен новому номеру критерия (если он на позиции один) или среднеарифметическому новых номеров (если на одной позиции несколько критериев).

Затем вычисляют оценку c_{ij} , по формулам:

$$c_{ij} = 1 - \frac{r_{ij} - 1}{n}, \quad (2.4)$$

где n – количество частных критериев.

2.3 Метод ранжировки пример

Найти интегральный критерий эффективности, пользуясь методом ранжировки, если дано 8 частных критериев, которые эксперт разместил (по столбцам) следующим образом:

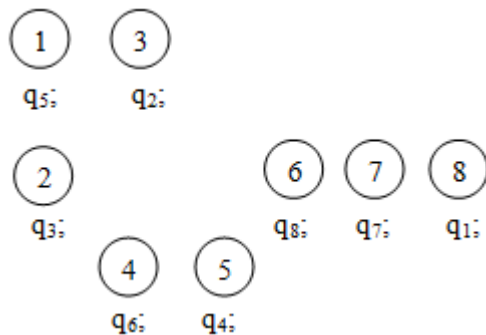


Рисунок 1 – Исходная постановка задачи

В кружках отмечены новые номера критериев. В таблице 1 приведены значения ранга r_{ij} , оценки критериев c_{ij} и весового коэффициента b_{ij} .

Таблица 1 – Значения r_{ij} , c_{ij} и b_{ij}

I	1	2	3	4	5	6	7	8
r_{ij}	8.0	3.5	1.5	5.0	1.5	3.5	7.0	6.0
c_{ij}	0,125	0,688	0,94	0,5	0,94	0,688	0,25	0,375
b_{ij}	0,03	0,15	0,21	0,11	0,21	0,15	0,06	0,08

$$E = 0,03q_1 + 0,15q_2 + 0,21q_3 + 0,11q_4 + 0,21q_5 + 0,15q_6 + 0,06q_7 + 0,08q_8$$

Согласованность экспертов определяется коэффициентом конкордации

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}, 0 < W \leq 1, \quad (2.5)$$

где m – количество экспертов, n – количество критериев, коэффициент S определяется по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^n [\sum_{j=1}^m k_{ij} - 0.5m(n+1)]^2. \quad (2.6)$$

k_{ij} – новые номера критериев.

Если $W > 0,7$ – эксперты согласованы, при $W < 0,7$ – не согласованы. Для примера 1: $W = 1$.

2.4 Метод последовательных предпочтений

Этот алгоритм предполагает предварительное выставление экспертом оценок c_{ij} , а затем проведение $(n - 2)$ сравнений типа

$$C_{ij} R \cdot \sum_{k=i+1}^n C_{kj}, \text{ где } R \in [>, <, =] \quad (2.7)$$

Условия проверяются от последнего к первому, при этом оценки располагаются изначально так, чтобы ряд слева направо был не возрастающим и начинался с 1. Если какое-либо сравнение не выполняется, изменяется текущая оценка, но при этом должен остаться не возрастающий справа налево ряд.

2.5 Метод последовательных предпочтений пример

Вычислить интегральный критерий, если эксперт выставил следующие оценки восьми частным критериям (Таблица 2).

Таблица 2 – Оценки эксперта

i	1	2	3	4	5	6	7	8
C_{ij}	0.6	1	0.9	0.7	0.8	0.5	0.3	0.2

Система сравнения: $R[>, <, >, <, ==, ==]$.

1. Строится невозрастающий ряд.
2. Выставленные экспертом оценки проверяются знаками $(n-2)$ отношения R (знаки считываются справа налево).
3. Строится таблица уточнения оценок (таблица 3).
4. Если знак отношения не выполняется, то меняются не уточненные оценки эксперта, при этом ряд должен оставаться невозрастающим.

Таблица 3 – Уточненные оценки экспертов

i	2	3	5	4	1	6	7	8	R
C	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	<u>0.3</u>	<u>0.2</u>	=(0.5=0.5)
C'	1	0.9	0.8	0.7	<u>0.6</u>	<u>0.5</u>	<u>0.3</u>	<u>0.2</u>	=(0.6≠1)
C''	1,4	1.3	1.2	1.1	<u>1</u>	<u>0.5</u>	<u>0.3</u>	<u>0.2</u>	<(1,1<2)
C'''	1,4	1.3	<u>1.2</u>	<u>1.1</u>	<u>1</u>	<u>0.5</u>	<u>0.3</u>	<u>0.2</u>	>(1.2<3.1)
C ^{IV}	3.4	3.3	<u>3.2</u>	<u>1.1</u>	<u>1</u>	<u>0.5</u>	<u>0.3</u>	<u>0.2</u>	<(3.3<6.3)
C ^V	3.4	<u>3.3</u>	<u>3.2</u>	<u>1.1</u>	<u>1</u>	<u>0.5</u>	<u>0.3</u>	<u>0.2</u>	>(3.4<9.6)
C ^{VI}	9.7	3.3	3.2	1.1	1	0.5	0.3	0.2	$\sum_{i=1}^n C_{ij} = 19.3$
b _{ij}	0.5	0.17	0.16	0.055	0.05	0.025	0.015	0.01	

$$E = 0.05q_1 + 0.5q_2 + 0.17q_3 + 0.055q_4 + 0.16q_5 + 0.025q_6 + 0.015q_7 + 0.01q_8$$

3 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

3.1 Записать интегральный критерий эффективности СТК для m=3 и n=8, если оценки получены методом ранжировки (Таблица 4). Определить согласованность экспертов.

Таблица 4 – Варианты заданий

Критерий	1 Эксперт				2 Эксперт				3 Эксперт		
места	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1	2,4,6	1,8	5	3,7	6	4,7,8	2,3	1,5	4,7	2,8	1,3,5,6
2	3	6,8	1,2,5	4,7	5	2,3,6	1,7,8	4	2,3,5,7	1,8	4,6
3	1	4,6,7	3,5,8	2	1,3	4,8	2,6,7	5	2,4,6,8	1	3,5,7
4	2,4,5	1,6	3,7,8	----	1	4,5,7	6	2,3,8	2	3,4,5	1,6,7,8
5	3,7	1,2,4	6,8	5	4,6,7	1,3,8	2,5	----	1,2,3,4	5,6,7	8
6	1,2,5	6,7	3,8	4	3,7,8	1	2	4,5,6	3,5,6,8	1,2,4,7	----
7	4,5	1,6,7	2,3,8	----	1,2,8	5,6,7	3	4	5,6	3,4,7	1,2,8
8	5,6	2,4,8	1,3	7	2,6	1,3,4	5,7,8	----	2,5,7	1,3,4	6,8
9	2,3,4	1,5	6,7	8	1,7	2,3	4,5,6	8	3,4,6,7	1,2,5,8	----
10	4,5	1,2,3	6,7,8	----	4,8	6,7	1,2,3	5	3,7,8	1,2	4,5,6
11	1,5	2,6	3,7	4,8	2,3,8	1,6,7	4,5	----	2,3,4	1,5	6,7,8
12	1,2,3,4	5	8	6,7	2	1,8	3,4,6,7	5	4,5,6,7	1,2,3,8	----
13	6,7	4,5	8	1,2,3	1,2	3,4	5,6	7,8	4,5	1,2,3	6,7,8
14	3,4	1,5	2,8	6,7	4,5	1,6,8	2,7	3	2,3,7	1,5,6	4,8

Критерий	1 Эксперт				2 Эксперт				3 Эксперт		
места	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
15	3,6	4,5,8	1,2	7	1,3	2,5,6	8	4,7	1,4,7	2,5,8	3,6
16	1,5	2,6	3,7	4,8	1,5	3,7	4,8	2,6	1,2,3	4,8	5,6,7
17	1,8	4,5,6	2,7	3	3,5	1,2,7	8	4,6	4,5	1,2,8	3,6,7
18	3,7	2,5	1,6	4,8	4,8	1,2,3	5,7	6	1,2,5	6,7,8	3,4
19	1,2,3	6,8	4,7	5	1,5,6	3,7,8	2	4	1,4,5,6	2,8	3,7
20	2,5	1,4,7,8	3	6	1,3	2,6	4,7	5,8	3,5	4,6	1,2,7,8
21	2,3	5,8	1,6	4,7	1,5,6	8	2,3,4	7	3,4	1,2,5,6	7,8
22	4,5	1,2	3,7,8	6	6,7	1,2,4	8	3,5	1,3	5,6,7,8	2,4
23	1,2,3,4	7	5,6	8	1,4,5	8	2,6	3,7	1,4,5	6,7	2,3,8
24	4,8	3,7	2,6	1,5	3,6,7	1,4	5	2,8	2,5	3,4,6,8	1,7

3.2 Решить задачу получения экспертных оценок методом последовательных приближений. Число частных критериев $n=8$, $m=1$. Придумать первичный ряд оценок самостоятельно (наивысшая оценка – 1, наименьшая – 0) и уточнить их с помощью системы решений, заданной вариантом (Таблица 5).

Таблица 5 – Варианты заданий

№ вар.	Отношения					
	1	2	3	4	5	6
1	<	<	<	=	>	=
2	<	<	=	=	>	>
3	>	<	<	<	<	=
4	>	>	<	<	=	<
5	<	<	=	=	>	=
6	<	<	<	>	>	>
7	<	=	>	=	<	>
8	<	>	>	>	<	<
9	>	=	<	=	=	<
10	<	<	>	>	>	=
11	<	<	=	=	<	>
12	<	>	>	<	<	<
13	<	<	>	>	=	=
14	<	>	>	<	<	=
15	<	<	>	>	=	>
16	<	<	<	>	>	>
17	<	<	>	>	<	<
18	>	<	>	<	>	=
19	>	>	<	<	<	<
20	=	=	<	>	>	=

№ вар.	Отношения					
	1	2	3	4	5	6
21	<	<	>	>	<	<
22	<	=	>	>	=	>
23	<	<	=	=	<	>
24	<	>	<	>	<	>

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные критерии эффективности системотехнических комплексов.
2. Назовите методы построения обобщенных критериев эффективности.
3. Как определяется согласованность экспертов, имеющих разные квалификации?
4. Дайте определение ранга, оценки критериев и весового коэффициента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Згуровский М. З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения [Текст] монография / М. З. Згуровский, Н. Д. Панкратова; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. акад. наук Украины, Ин-т прикладного систем. анализа. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Наукова думка, 2011. – 727 с.
2. Волкова В. Н. Теория систем и системный анализ [Текст]: учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. "Прикладная информатика" / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. – М.: ЮРАЙТ, 2010. – 680 с.
3. Гатаулин А.М. Введение в системный анализ. – М.: Изд-во ФГОУ ВПО МСХА им. К.А. Тимирязева, 2005.