

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

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПО СТРУКТУРНО- ТОПОЛОГИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы №2
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

Исследование способов анализа структурно-топологических характеристик систем. Проанализировать качество предложенных структур и их элементов с позиций системного подхода.

2 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

2.1 Основные определения

Структурные характеристики системы позволяют уже на ранней стадии создания системы оценить качество ее структуры и элементов с позиции общего системного подхода.

Если структурная схема системы представлена в виде графа (ориентированного или неориентированного), то существует ряд количественных оценок для сравнения различных вариантов построения систем.

а) Связность структуры R - характеризует силу (мощность) связей в системе.

$$R \Rightarrow \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \geq n-1, \text{ -- ориентированный граф} \quad (2.1)$$

$$R \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \geq n-1, \text{ -- неориентированный граф} \quad (2.2)$$

где n – число элементов в системе, a_{ij} – элемент матрицы смежности A .

б) Структурная избыточность α - параметр, оценивающий превышение числа связей системы над минимально необходимым:

$$\alpha = \frac{R - R_{\min}}{R_{\min}} = \frac{R}{n-1} - 1 \quad (2.3)$$

где:

$\alpha = 0$ – минимальная избыточность,
 $\alpha > 0$ – максимальная избыточность,
 $\alpha < 0$ – несвязная система.

в) Структурная компактность Q – характеризует инерционность информационных процессов в системе.

$$Q \Rightarrow \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij}, (i \neq j), \quad (2.4)$$

d_{ij} – элемент матрицы расстояний D , характеризующий меру близости элементов i и j .

г) Степень централизации δ – характеризуется индексом центральности. Для структуры типа неориентированный граф:

$$\delta = (n - 1) \cdot (2Z_{\max} - n) \cdot \frac{1}{Z_{\max} (n - 2)}, \quad (2.5)$$

где Z_{\max} – максимальное значение величины

$$Z_i = \frac{Q}{2} \left(\sum_{j=1}^n d_{ij} \right)^{-1}, \quad (i \neq j) \quad i=1, \dots, n \quad (2.6)$$

Для структуры типа ориентированный граф:

$$\delta = \frac{1}{(n-1) \cdot (V(k)-1)} \sum_{j=1}^n (V(k) - V(i)), \quad (2.7)$$

где $V(i)$ – суммарное число входящих и исходящих ребер i -й вершины
 $V(k) = \max V(i)$.

Введенные характеристики могут быть использованы при сравнении топологических свойств структур систем. С точки зрения топологии внутренних связей выделяют следующие виды структур:

- а) последовательная
- б) кольцевая
- в) радиальная
- г) древовидная
- д) типа «полный граф»
- е) несвязная

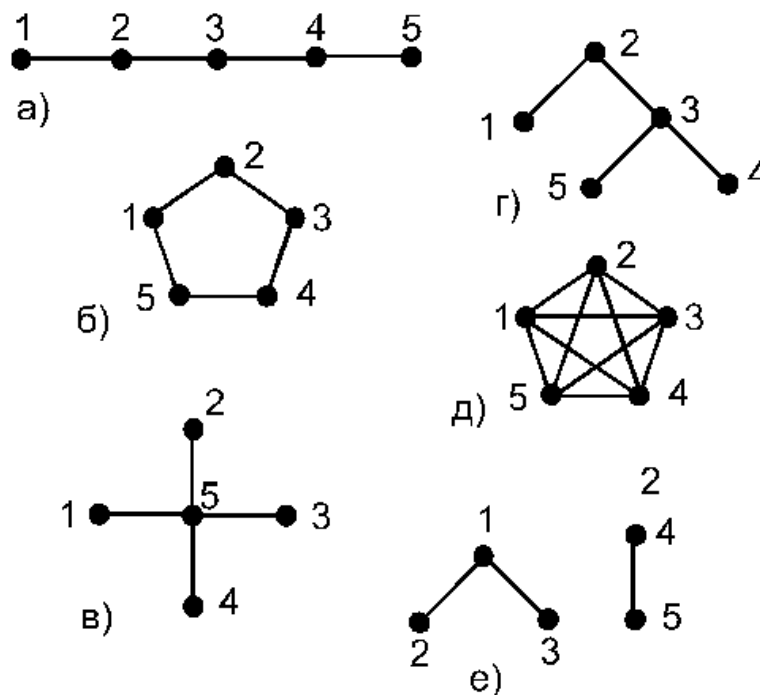


Рисунок 1 – Типы структур

2.2 Пример расчета топологических характеристик системы

На рисунке 2 приведена структура с $n=5$. Определить R , α , Q и δ .

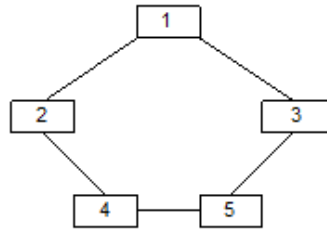


Рисунок 2 – Структура системы

По формуле (2.1 или 2.2) определяем связность структуры. Для этого строим матрицу смежности A .

$$A_{5 \times 5} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}; R \Rightarrow \frac{1}{2} \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 a_{ij} \geq 5 - 1$$

$$R = \frac{1}{2} ((1+1) + (1+1) + (1+1) + (1+1) + (1+1)) > 4; 5 > 4; R = \frac{1}{2} \times 10 > 4; 5 > 4.$$

Система связная. Структурная избыточность (2.3):

$$\alpha = \frac{R}{n-1} - 1 = \frac{5}{4} - 1 = \frac{1}{4} > 0$$

Это значит, что связей в системе больше, чем это минимально необходимо. Для определения структурной компактности вводится матрица расстояний между вершинами:

$$D_{5 \times 5} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 0 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 0 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$Q \Rightarrow \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 d_{ij}, \quad (i \neq j);$$

$$Q = (1+1+2+2) + (1+2+1+2) + (1+2+2+1) + (2+1+2+1) + (2+2+1+1) = 30.$$

Для определения индекса централизации, определяется

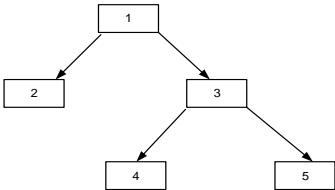
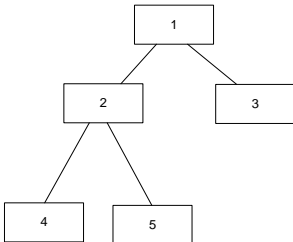
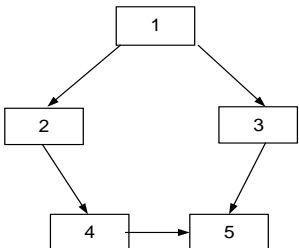
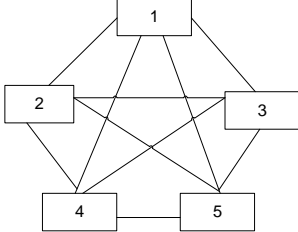
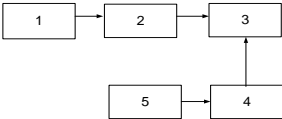
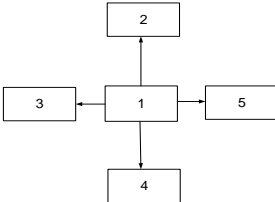
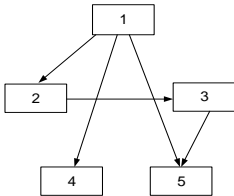
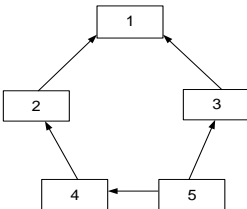
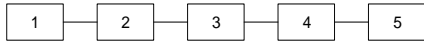
$$Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_4 = Z_5 = 30/2(1/6) = 5/2 = 2,5;$$

$$\delta = (5 - 1) \times (2 \times 2,5 - 5) \times \frac{1}{2,5} \times (5 - 2) = 0.$$

Структура абсолютно децентрализованная.

3 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Определить вид и структурно-топологические характеристики структуры системы: R , α , Q и δ по варианту.

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
		
Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
		
Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
		

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные структурно-топологические характеристики системы.
2. Какие структурно-топологические характеристики вычисляются тогда, когда структура системы представлена в виде неориентированного графа?
3. Дайте определение гиперграфа.

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.