

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  
по дисциплине **«Основы системного анализа»**  
Для студентов, обучающихся по направлению 09.03.02  
«Информационные системы и технологии»  
по учебному плану подготовки бакалавров  
дневной и заочной форм обучения

**Севастополь  
2019**

УДК 004.732

Анализ систем по структурно-топологическим характеристикам. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Основы системного анализа» / Сост., Н.П. Тлуховская, Ю.В. Доронина – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2019.

Методические указания предназначены для проведения лабораторных работ по дисциплине «Основы системного анализа». Целью методических указаний является помощь студентам в изучении основ системного анализа. Излагаются теоретические и практические сведения необходимые для выполнения лабораторной работы, требования к содержанию отчета.

Методические указания рассмотрены и утверждены на методическом семинаре и заседании кафедры «Информационные системы»

протокол №        от 28 января 2019 г.

Рецензент

## 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  $\alpha$  - 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  $\delta$  – 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

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

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

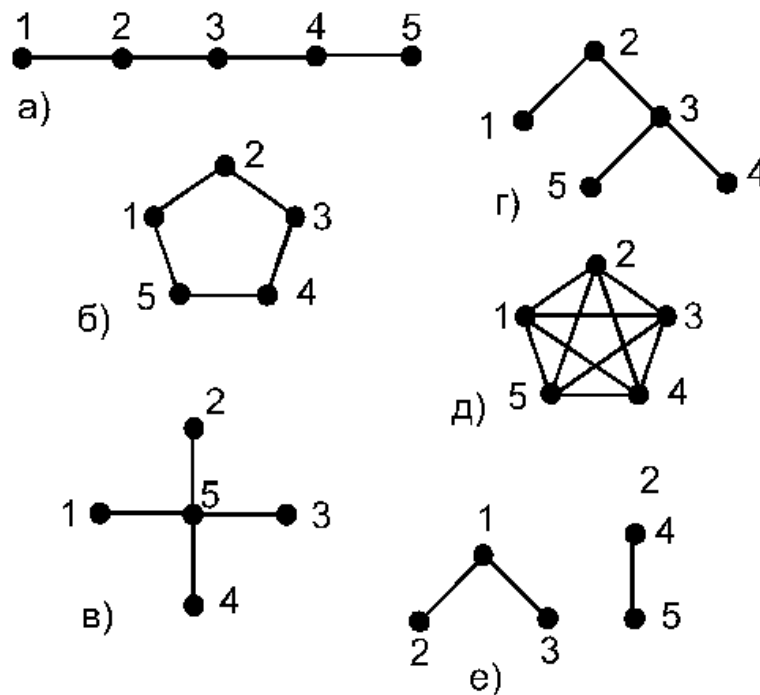


Рисунок 1 – Типы структур

## 2.2 Пример расчета топологических характеристик системы

На рисунке 2 приведена структура с  $n=5$ . Определить  $R$ ,  $\alpha$ ,  $Q$  и  $\delta$ .

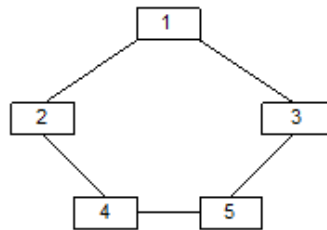


Рисунок 2 – Структура системы

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

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

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

Система связная. Структурная избыточность (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

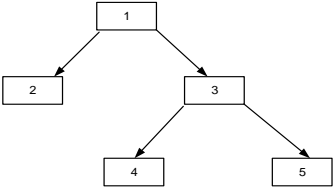
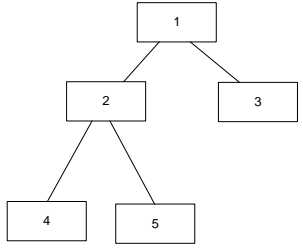
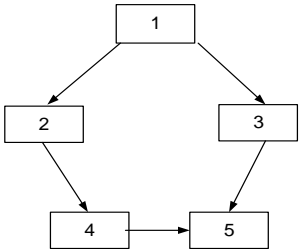
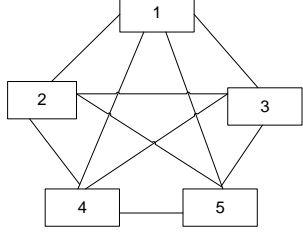
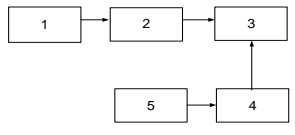
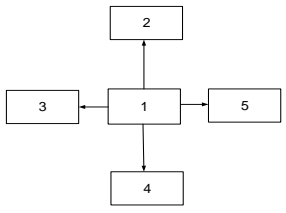
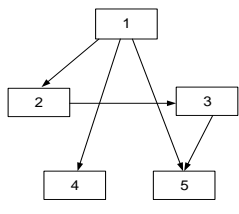
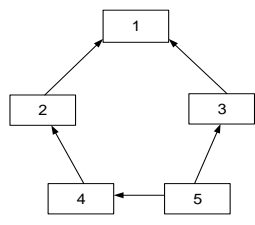
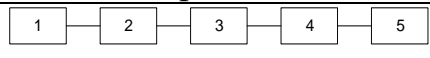
$$Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_4 = Z_5 = 30/2(1/6) = 5/2 = 2,5;$$

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

Структура абсолютно децентрализованная.

### 3 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Определить вид и структурно-топологические характеристики структуры системы:  $R$ ,  $\alpha$ ,  $Q$  и  $\delta$  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.