

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра «

Узкоспецифічне підвищення: + висока ($\# 3$) $V^2 \rightarrow E$

0	0	1	0	0
-13	-13	-11	-30	0
-10	-8	0	-5	-1
-9	-8	0	-6	0

Індивідуальне домашнє завдання

з дисципліни «Системний аналіз»

Варіант №



Виконав:

студент групи КН-41

Перевірив:

доц. каф. ППТУ Лисицький В. Л.

Харків – 2020

ІД31. Для кожної структури $|A| \in F_k$ визначити складність для двох

випадків:

1. $|A|$ - структура управлюючої системи.

2. $|A|$ - структура об'єкта управління.

Здійснити порівняльний аналіз отриманих результатів.

Структура сложной системы задана схемами:

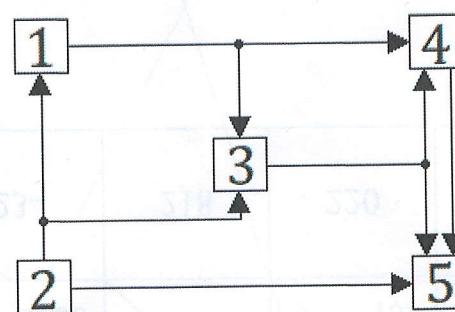


Рисунок 1 – Схема

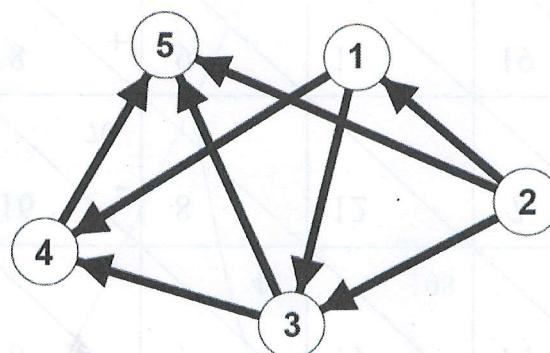


Рисунок 2 – Модель $|A|$ в виде ориентированного графа

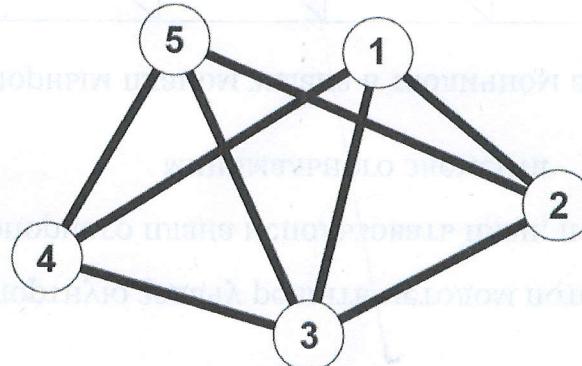


Рисунок 3 – Модель $|A|$ в виде неориентированного графа

Модель $|A|_{\text{...}}$ из семейства $F_k = \{|A|_{\text{...}}, |A|_{\text{...}}, |A|_{\text{...}}, |A|_{\text{...}}\}$ в виде множества вершин и структурных элементов, и связей между ними:

$$V = \{1, 2, 3, 4, 5\},$$

$$R_{\text{оп}} = \{(1,3), (1,4), (2,1), (2,3), (2,5), (3,4), (3,5), (4,5)\},$$

$$R_{\text{неоп}} = \{(1,3), (1,4), (2,1), (2,3), (2,5), (3,4), (3,5), (4,5)\}.$$

Модель $|A|_{\text{...}}$ из семейства $F_k = \{|A|_{\text{...}}, |A|_{\text{...}}, |A|_{\text{...}}, |A|_{\text{...}}\}$ в виде матрицы смежности вершин:

$$A_{\text{оп}} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, A_{\text{неоп}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Управляющая система имеет структуру, заданную схемами:

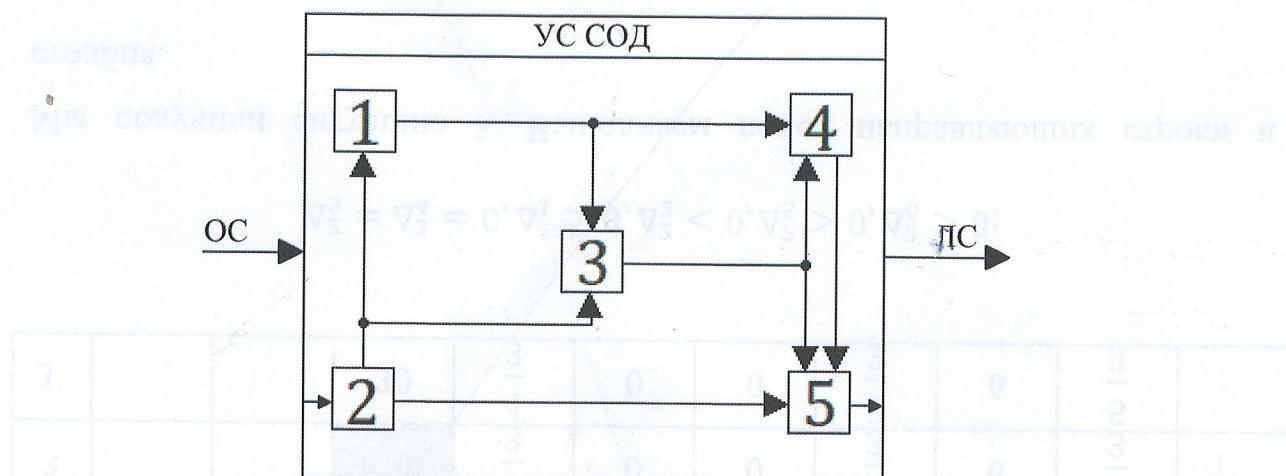


Рисунок 1 – Схема

Сложность системы обработки информации определяется с помощью формулы:

$$\rho_{\text{СОИ}} = \left(\sum_{i=1}^{m_1} \sum_{j=1}^{n_1} \rho_{ij} \right) * \frac{1}{m_1 * n_1} - 1.$$

Из рассмотрения модели $|A|_{S_9}$ из семейства $F = \{|A|_{S_1}, |A|_{S_2}, |A|_{S_3}, |A|_{S_4}\}$ в виде ориентированного графа, следует, что $m_1 = 1$ и $n_1 = 1$.

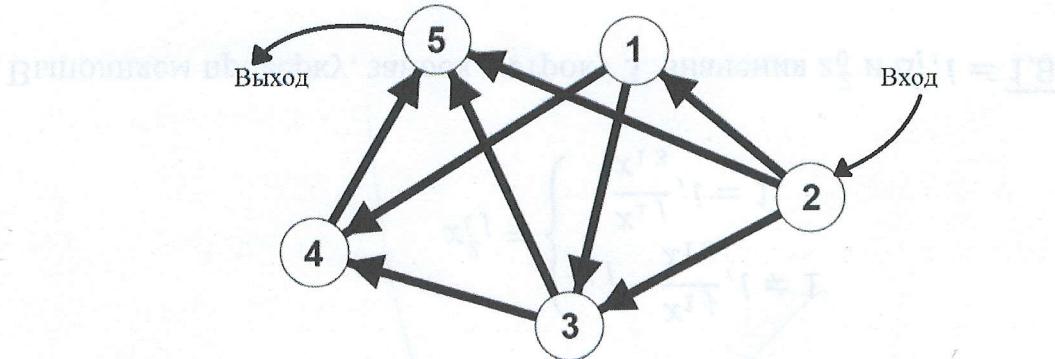


Рисунок 2 – Модель $|A|_{S_9}$ в виде ориентированного графа

Пути, через которые проходит информация, пришедшая на вход и попавшая на выход:

$$2 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 5, 2 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5, 2 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 5, 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5, 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5, 2 \rightarrow 5.$$

Сложность системы обработки информации для структуры $|A|_{S_9}$:

$$\rho_{\text{СОИ}} = \left(\sum_{i=1}^{m_1} \sum_{j=1}^{n_1} \rho_{ij} \right) * \frac{1}{m_1 * n_1} - 1 = \rho_{11} * \frac{1}{m_1 * n_1} - 1 = 6 * \frac{1}{1 * 1} - 1 = 5.$$

Объект управления имеет структуру, заданную схемами:

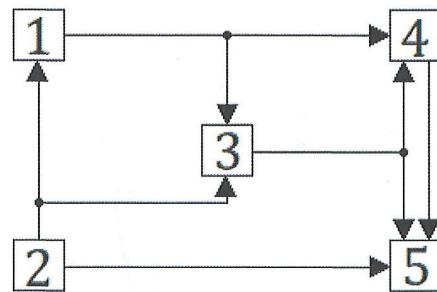


Рисунок 3 – Схема

Оценка сложности объекта управления определяется с помощью ориентированного графа по формуле:

$$p = m + n,$$

где m – количество ребер, n – количество вершин ориентированного графа.

Сложность объекта управления модели $|A|_9$:

$$p = m + n = 8 + 5 = 13.$$

Объем информации:

$$J = 100 * n + 50 * m = 100 * 5 + 50 * 8 = 900 \text{ листов бумаги},$$

где n – число людей, m – число связей между людьми, 100 и 50 – число листов бумаги.

ІД32. Для кожної структури $|A| \in F_k$ визначити структуру зв'язків, ранги структурних елементів, матрицю зв'язності.
Здійснити порівняльний аналіз отриманих результатів.

Структура складної системи задана схемами:

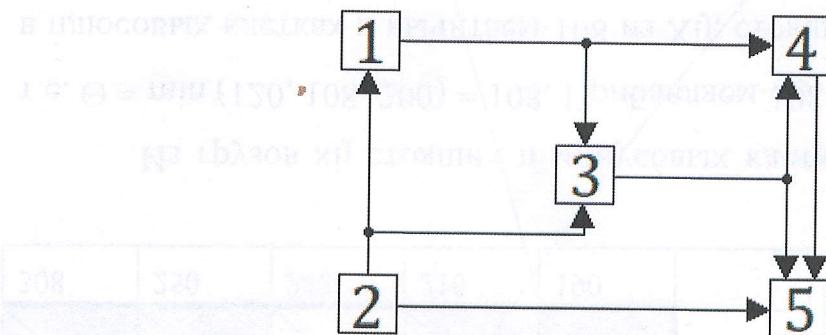


Рисунок 1 – Схема

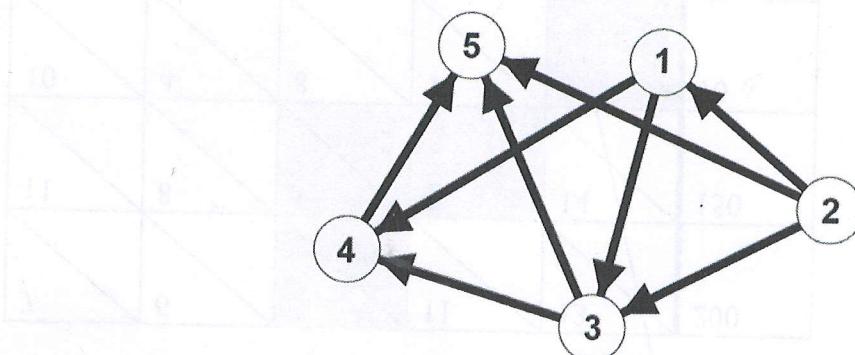


Рисунок 2 – Модель схеми в виде ориєнтованого графа

Модель схеми в виде матриці смежності вершин:

$$A_{op} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Число прямих зв'язків $S_0 = 8$.

Матриця, характеризуюча косвенні зв'язки 1го рода:

$$A^2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Косвенные связи 1го рода: $S_1 = 8$.

Матрица, характеризующая косвенные связи 2го рода:

$$A^3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Косвенные связи 2го рода: $S_2 = 4$.

Матрица, характеризующая косвенные связи 3го рода:

$$A^4 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Косвенные связи 3го рода: $S_3 = 1$.

Матрица, характеризующая косвенные связи 4го рода:

$$A^5 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Косвенные связи 4го рода: $S_4 = 0$.

9

Общее количество связей между элементами:

$$S = \sum_{i=0}^4 S_i = 8 + 8 + 4 + 1 + 0 = 21.$$

Структура связей:

$$\vec{\mu} = \left(\frac{8}{21}, \frac{8}{21}, \frac{4}{21}, \frac{1}{21}, \frac{0}{21} \right) = (0.38, 0.38, 0.2, 0.04, 0).$$

Круговая диаграмма:

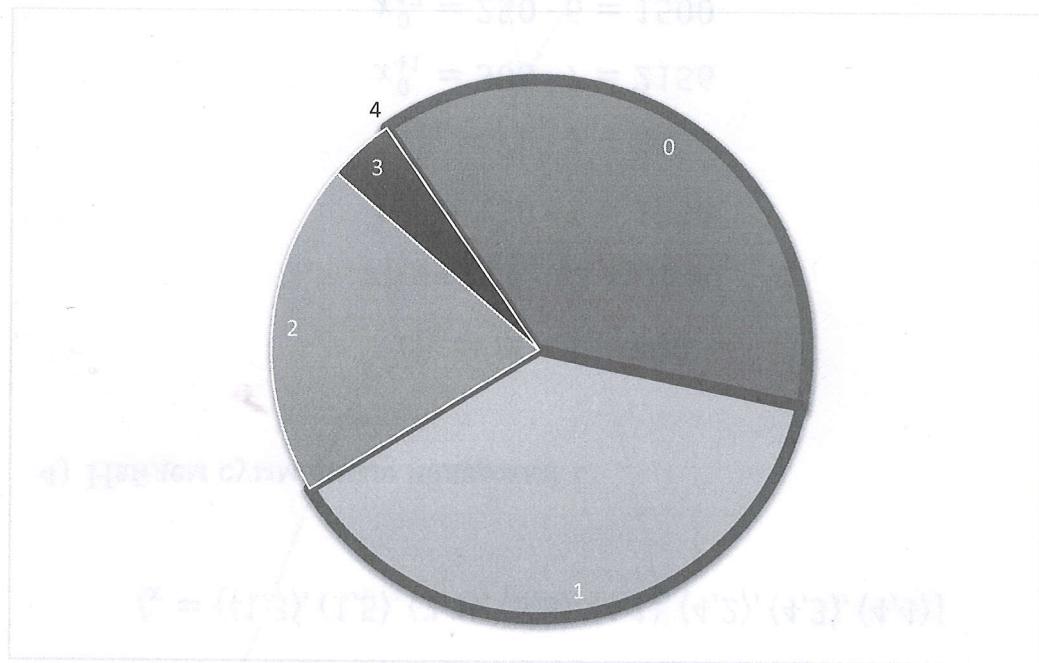


Рисунок — Круговая диаграмма

$$A^\Sigma = A_{\text{оп}} + A^2 + A^3 + A^4 + A^5 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 1 & 0 & 2 & 3 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} / 21$$

Ранги структурных элементов системы:

$$r_1 = \frac{6}{21} = 0.29, r_2 = \frac{11}{21} = 0.52, r_3 = \frac{3}{21} = 0.14, r_4 = \frac{1}{21} = 0.05, r_5 = \frac{0}{21} = 0.$$

Множества достижимых вершин:

$$d_1 = \{3, 4, 5\}, d_2 = \{1, 3, 4, 5\}, d_3 = \{4, 5\}, d_4 = \{5\}, d_5 = \emptyset.$$

Матрица связности:

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Ранжирование рангов: $r_2 = 0.52 \Rightarrow r_1 = 0.29 \Rightarrow r_3 = 0.14 \Rightarrow r_4 = 0.05 \Rightarrow r_5 = 0$.

$$\sum_{i=1}^5 r_i \leq 0.8 \pm \varepsilon$$

Круговая диаграмма:

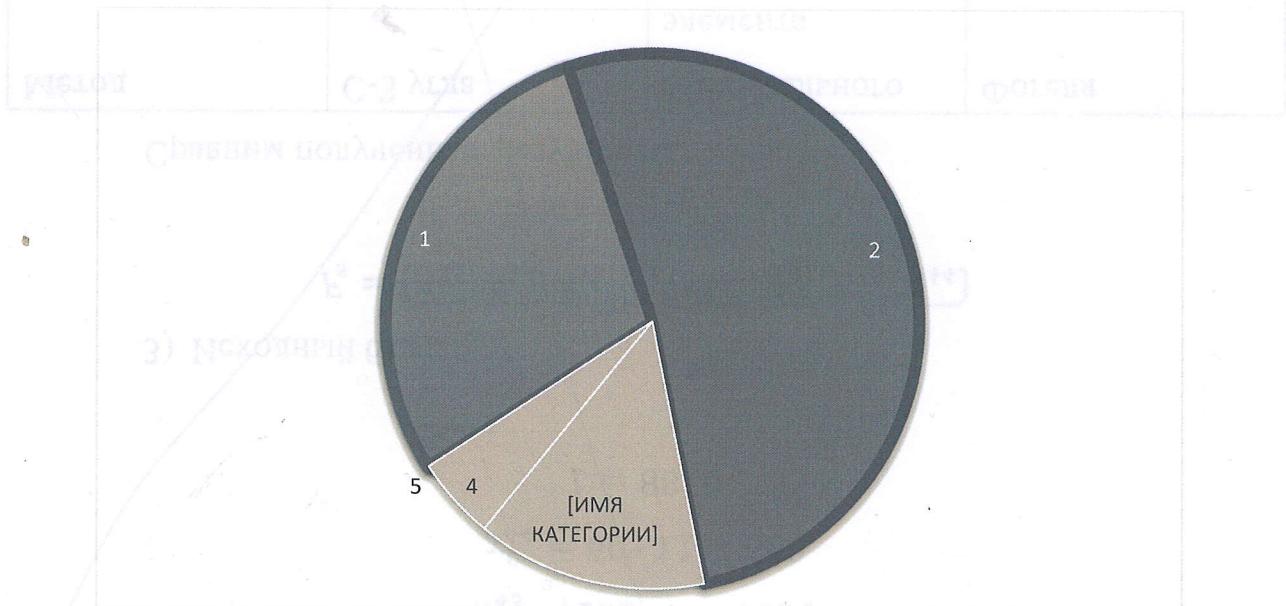


Рисунок 21 – Круговая диаграмма

ІДЗ3. Для структур $|A| \in F_k$ заповнити аналітичну таблицю, яка є рішенням прямої задачі структурного аналізу. Здійснити аналіз структур $|A| \in F_k$ по «горизонталі».

Управляющая система системы управления имеет структуру, заданную схемами:

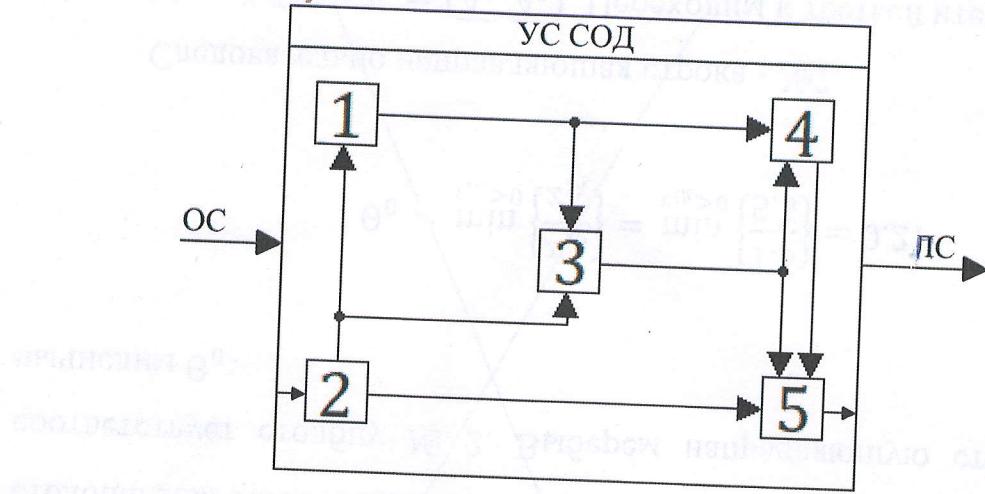


Рисунок 1 – Схема

Связность характеризует количество связей между вершинами графа системы управления. Они могут подсчитываться непосредственно по матрице смежности. Связность определяет живучесть системы управления, т. е. её работоспособность при временном разрушении каких-либо связей.

Структурная избыточность характеризует степень превышения числа связей в графе над минимально необходимым числом связей, при котором обеспечивается взаимосвязь между собой всех вершин графа. Структурная избыточность, наряду с надежностью, характеризует экономичность структуры системы управления.

Структурная избыточность определяется формулой:

$$R = \frac{m}{n - 1} - 1,$$

где m – число ребер графа, n – число вершин графа.

Неравномерность связей характеризует недоиспользование возможностей структуры графа по максимальной связности и рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon^2 = \sum_{i=1}^n (\rho_i - \bar{\rho})^2,$$

где ρ_i – локальная степень вершины, $\bar{\rho}$ – средняя локальная степень вершины соотнесенного неориентированного графа.

Модель схемы в виде соотнесенного неориентированного графа:

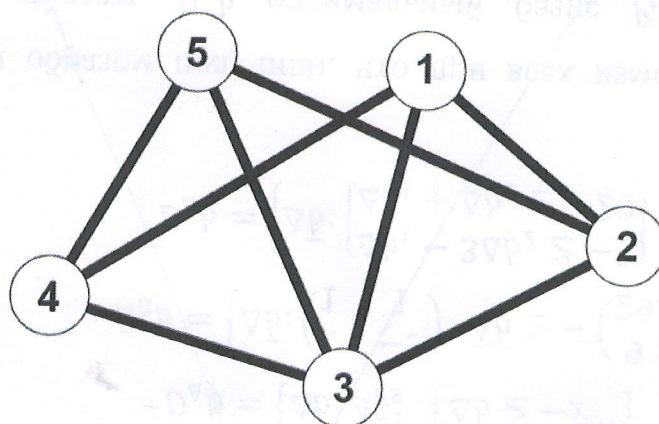


Рисунок 2 – Модель схемы в виде неориентированного графа

Структурная избыточность:

$$R = \frac{m}{n-1} - 1 = \frac{8}{5-1} - 1 = 1.$$

Локальной степенью является количество ребер, инцидентных вершине:

$$\rho_1 = 3, \rho_2 = 3, \rho_3 = 4, \rho_4 = 3, \rho_5 = 3.$$

Средняя локальная степень:

$$\bar{\rho} = \frac{16}{5} = 3.2.$$

Неравномерность связей:

$$\varepsilon^2 = \sum_{i=1}^5 (\rho_i - \bar{\rho})^2 = (3 - 3.2)^2 + (3 - 3.2)^2 + (4 - 3.2)^2 + (3 - 3.2)^2 + (3 - 3.2)^2 = 0.8.$$

Дистанционная матрица:

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} 5 \\ 6 \\ 4 \\ 5 \\ 5/25 \end{matrix}$$

Диаметр матрицы: $d = 2$.

Абсолютная компактность:

$$Q_a = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} = 5 + 6 + 4 + 5 + 5 = 25.$$

Минимальная компактность:

$$Q_{min} = n(n - 1) = 5 * 4 = 20.$$

Относительная компактность:

$$Q_{\text{отн}} = \frac{Q_a}{Q_{\min}} - 1 = \frac{25}{20} - 1 = 0.25.$$

Минимальная инерционность превышает на 25%.

Индекс центральности:

$$z_{\max} = \max_{i=1,5} \left\{ z_i = \frac{Q_a}{2d_i} \right\} = \max_{i=1,5} \left\{ \frac{25}{2*5}; \frac{25}{2*6}; \frac{25}{2*4}; \frac{25}{2*5}; \frac{25}{2*5} \right\} = \frac{25}{8} = 3.125.$$

$$\delta = \frac{n-1}{n-2} \left(2 - \frac{n}{z_{\max}} \right) = \frac{5-1}{5-2} \left(2 - \frac{5}{3.125} \right) = 0.53.$$

Индекс центральности тяготеет к децентрализованному.

Аналитическая таблица, являющейся результатом решения прямой задачи:

Таблица 1 – Аналитическая таблица

$ A $	ρ_I	ρ_{II}	R	ε^2	Q_a	$Q_{\text{отн}}$	d	δ
$ A _{S_1}$	13	5	1	0.8	25	0.25	2	0.53
$ A _{S_2}$	14	6	1.25	1.2	22	0.1	2	0.24
$ A _{S_3}$	14	3	1.25	1.2	22	0.1	2	0.24
$ A _{S_4}$	14	3	1.25	1.2	22	0.1	2	0.24

ІДЗ4. Проміж структур $|A| \in F_k$ визначити з використанням аналітичної таблиці ІДЗ3 структуру, яка максимальним чином задовольняє вимогам до системи характеристик системи, що проєктується:

- нерівномірність розподілу зв'язків $\varepsilon^2 = 0.5$;
- індекс централізації $\delta = 0.5$.

Визначити значення максимального системного ефекту η , вказати джерела його формування.

15

Таблица 5 – Аналитическая таблица

CX $ A $	\tilde{u}_1	\tilde{u}_2	u_1	u_2	d	СЭ
$ A _{S_1}$	0.8	0.53	0.66	1	0.34	0.25
$ A _{S_2}$	1.2	0.24	1	0.45	0.55	0.04
$ A _{S_3}$	1.2	0.24	1	0.45	0.55	0.04
$ A _{S_4}$	1.2	0.24	1	0.45	0.55	0.04
$ A ^*$	0.5	0.5	0.41	0.94	0.59	0.25

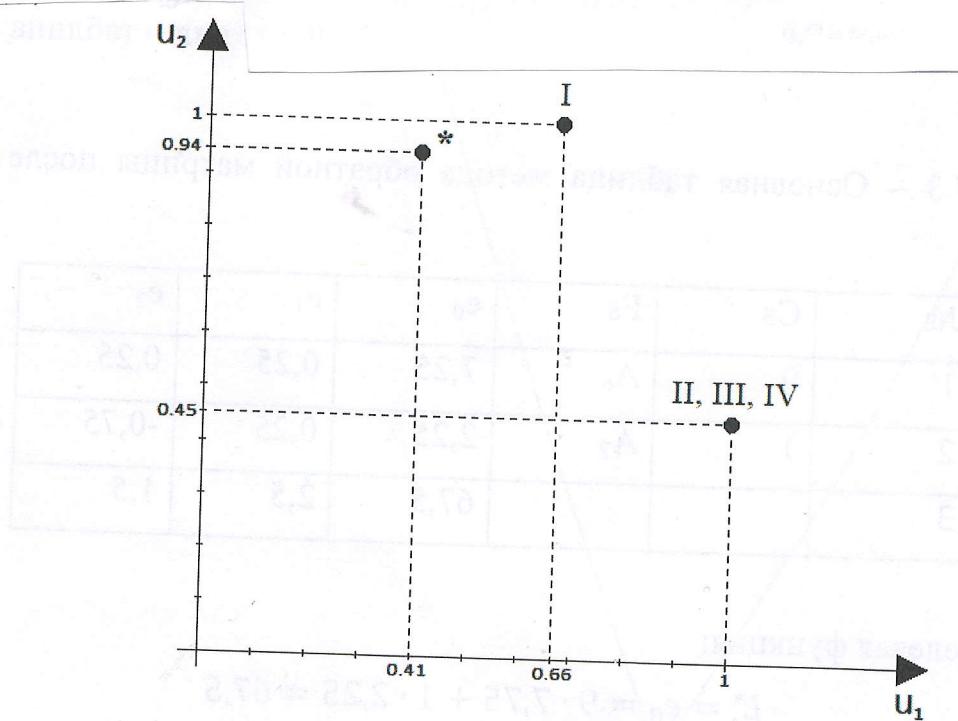
$$d_1 = \sqrt{(0.66 - 1)^2 + (1 - 1)^2} = 0.34$$

$$d_2 = \sqrt{(1 - 1)^2 + (0.45 - 1)^2} = 0.55$$

$$d_3 = \sqrt{(1 - 1)^2 + (0.45 - 1)^2} = 0.55$$

$$d_4 = \sqrt{(1 - 1)^2 + (0.45 - 1)^2} = 0.55$$

$$d^* = \sqrt{(0.41 - 1)^2 + (0.94 - 1)^2} = 0.59$$



Основываясь на аналитической таблице и графике, наиболее близкой структурой с указанными системными характеристиками является структура $|A|_{S_1}$ из семейства F со значением синергетического эффекта равному 0.25.