

Лабораторна робота № 2

АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Мета роботи: дослідити структуру інформаційної системи шляхом аналізу її елементів та взаємозв'язків між ними.

Теоретичний вступ

Як вже визначалося, будь яка задача системного аналізу починається з побудови моделі системи, що досліджується. Для чого, з початку, треба провести дослідження структури системи, здійснити аналіз її елементів, виявити взаємозв'язки між ними. При цьому, елемент – це найпростіший неподільний об'єкт системи, межа її членування з точки зору її розгляду для вирішення конкретного завдання в рамках поставленої мети. Зв'язок – це об'єкт системи, за допомогою якого здійснюється взаємодія елементів. Тоді, структура – організація системи з N окремих елементів з їхніми взаємозв'язками A відповідно до функцій, що виконує інформаційна система [1].

Найпоширеніший спосіб дослідження структур – це графоаналітичний метод, що досліджує структури, зображені у вигляді графа, коли елементи (компоненти, підсистеми) системи відображують у вигляді вершин, зв'язки між ними – в виді ребер (рис. 2.1).

Отже, графом називають сім'ю сполучень пари елементів виду (i, j) що вказує, які елементи вважаються зв'язаними між собою.

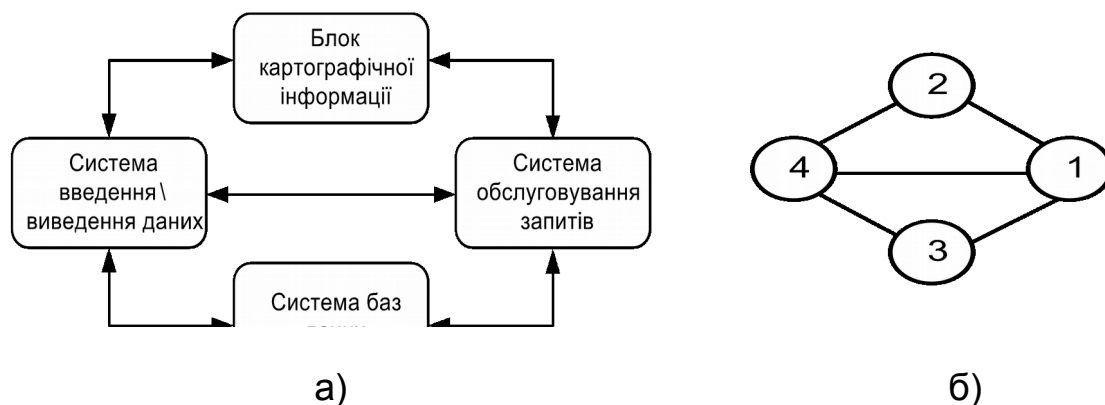


Рис. 2.1. Графоаналітичний метод дослідження: а – приклад типової структури геоінформаційної системи; б – подання структури в виді графа

Графічне подання структури можна зобразити аналітично – у вигляді матриці суміжності.

Матриця суміжності – це матриця A розміром $[N \times N]$ (де N – кількість вершин графа), елементи якої a_{ij} набувають значення 1, якщо з вершини i можна безпосередньо перейти у вершину j , й значення 0 – у протилежному випадку, тобто

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i \text{ та } j \text{ безпосередньо з'єднані ребром зв'язку;} \\ 0, & \text{якщо цього зв'язку немає.} \end{cases}$$

Таким чином, для системи, граф якої показано на рис. 2.1, матриця A має вигляд

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

Структуру системи можна дослідити за допомогою низки показників, які відносяться до структурно-топологічних й оперативно-технічних характеристик, а саме:

- показника відносної зв'язності;
- коефіцієнта структурної надмірності;
- рангу елементів;
- структурної живучості.

Ці показники можливо розрахувати за допомогою програм комп'ютерного моделювання, наприклад Matlab.

Двомірні масиви – матриці – можливо задавати декількома способами, наприклад вищенаведену матрицю можна записати так:

```
a1=[0 1 1 1];% вектор-рядок - перший рядок матриці A%
a2=[1 0 0 1];% другий рядок матриці A%
a3=[1 0 0 1];% третій рядок матриці A%
a4=[1 1 1 0];% четвертий рядок матриці A%
A=[a1;a2;a3;a4]% матриця суміжності A%
або
A=[0 1 1 1; 1 0 0 1; 1 0 0 1; 1 1 1 0]% матриця суміжності A%
```

Відносна зв'язність – це відношення загальної кількості ребер заданого графа до максимально можливої кількості ребер графа, що складається з N вершин. Її значення обчислюється за формулою

$$Q = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{ij}, \quad (2.1)$$

де N – кількість вершин графа; a_{ij} – елементи матриці суміжності.

Неважко помітити, що $0 \leq Q \leq 1$, причому, чим вища зв'язність, тим вище значення оперативних і техніко-експлуатаційних характеристик.

Структурна надмірність визначає перевищення загальної кількості зв'язків над мінімально необхідною. Коефіцієнт структурної надмірності становить

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{ij}}{2(N-1)} - 1. \quad (2.2)$$

Якщо $R > 0$, система має структурну надмірність, $R = 0$ – надмірність мінімальна, $R < 0$ – система має незв'язні елементи.

Ця структурна характеристика використовується для непрямого

оцінювання економічності, надійності й живучості досліджуваної системи.

Для визначення вищенаведених характеристик зручно використовувати такі вбудовані функції:

- **sum(a1)** – розраховує суму елементів вектор-рядка a1;
- **sum(sum(A))** – сума елементів матриці A.

Ранг елемента дає можливість розподілити елементи за кількістю зв'язків цього елемента з іншим. Причому, чим вищий ранг, тим сильніше елемент зв'язаний з іншими елементами системи і тим більш важкими будуть наслідки від зміни якості його функціонування.

На етапі структурного аналізу часто обмежуються наближеним способом визначення рангу елемента, враховуючи тільки зв'язки довжиною до 3 (складаються з трьох ребер), тобто використовуючи матрицю

$$H = A + A^2 + A^3. \quad (2.3)$$

Знаходження матриці H програмно можна зробити в такий спосіб:

```
G=0;  
for l=1:3;  
    G=G+A^l;% A – вихідна матриця суміжності %  
end  
H=G
```

Тоді ранг елемента визначається за формулою

$$r_i = \sum_{j=1}^N h_{ij} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N h_{ij} \right)^{-1}, \quad (2.4)$$

де h_{ij} – елемент матриці H , розрахованої відповідно до виразу (2.3).

Приклад лістингу програми для розрахунку рангу елементів структури, наведеної на рис. 2.1.

```
for m=1:N;  
    str=H(m,:);% елементи рядку матриці H %  
    r(m)=sum(str)/sum(sum(H));  
end  
r=[r] % вектор-рядок рангів елементів %
```

Під *живучістю* розуміється властивість структури системи забезпечувати передачу інформації між абонентами (вершинами графа) під час впливу факторів, що заважають. В цьому випадку живучість характеризують показником структурної живучості або просто живучістю.

Показник структурної живучості $W_q(q)$ – це середня частка ребер графа, що зберігаються при одночасному ушкодженні q довільних областей графа структури $G[N, A]$.

Якщо втрата окремих зв'язків рівноймовірна, показник живучості структури системи можна виразити співвідношенням:

$$W_q = 1 - \frac{q!(A-q)!q}{A \cdot A!}, \quad 0 \leq W_q \leq 1, \quad (2.5)$$

де A – кількість ребер вихідної структури системи; q – кількість ребер,

що вийшли із ладу; $\frac{q}{A}$ – частка втрачених зв'язків у структурі графа.

```
Приклад лістингу програми для розрахунку структурної живучості інформаційної системи
c=B/2; % B - сума елементів матриці A%
for i=1:(c+1);
    q(i)=(i-1);
end
q=[q] % вектор-рядок ребер структури, що вийшли з ладу %
for k=1:(c+1);
    w(k)=1-q(k)/c*(((factorial(q(k))*factorial(c-q(k))))/factorial(c));
end
dur=[w] % вектор-рядок коефіцієнтів живучості %
```

При цьому структурну живучість наочно ілюструє графік (рис. 2.2), що відбиває залежність показника W_q від кількості втрачених зв'язків у структурі інформаційної системи.

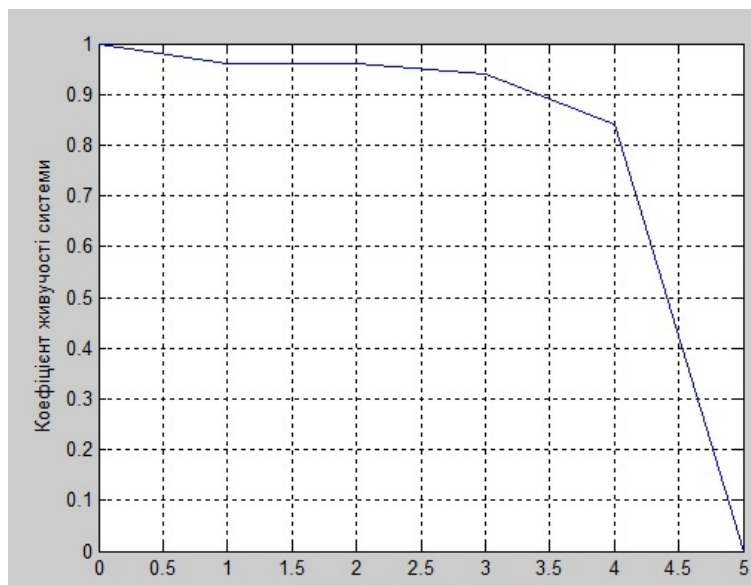


Рис. 2.2. Залежність показника живучості структурі інформаційної системи від кількості втрачених зв'язків

Порядок виконання роботи

1. Згідно варіанту побудувати граф системи, структуру якої наведено в додатку Д.2 та записати відповідну матрицю зв'язності.

2. Провести комплексний аналіз структури інформаційної системи за вихідними даними в такій послідовності:

- знайти показник відносної зв'язності і коефіцієнт структурної надмірності за формулами (2.1) – (2.2);

- для визначення критичних елементів структури знайти їх ранги.

3. Знайти значення показників структурної живучості залежно від кількості ребер, що вийшли з ладу, побудувати відповідний графік.

4. Зробити висновок за комплексними показниками структури інформаційної системи, запропонувати можливі варіанти поліпшення

структури.

За результатами лабораторної роботи згідно ДСТУ 3008-95 оформити звіт, який повинен мати титульний лист, теоретичне введення, єдиний m-файл для розв'язання задач лабораторної роботи, отримані відповідно до порядку виконання роботи результати та необхідні висновки.