

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ

Запропонований алгоритм кількісної оцінки ієрархічних систем менеджменту, розглянута методика кодування структур управління

Різновидом ієрархічних систем менеджменту є інформаційно-комунікаційні. Вони являють собою графічні схеми структур апарату управління, які відображають наявність управлінських працівників, їх взаємопідлеглість і взаємини в процесі виконання службових обов'язків. Зміна економічних умов викликає необхідність приведення у відповідність і інформаційно-комунікаційні системи. Моделювання інформаційно-комунікаційних систем дозволяє не тільки вивчити існуючі структури, але і глибоко засвоїти методичний інструментарій їхнього аналізу та вдосконалення, визначити, а також оцінити головні структуроутворюючі фактори і їх вплив на життєдіяльність систем управління, що в кінцевому підсумку впливає на ефективність виробництва в цілому.

Одним із критеріїв порівнюваності систем менеджменту є їх кількісна оцінка. Однак у літературі по аналізу і вдосконаленню інформаційно-комунікаційних систем, зокрема, структур управління, дуже слабо викладені питання формалізації і кількісної оцінки ієрархічних систем. Це стримує обробку структур управління на ЕОМ. Пропонується методика кодування і кількісної оцінки інформаційно-комунікаційних систем.

Структури комунікації, які застосовуються в загальній системі управління, являють собою визначені типи графів, а широко застосовувані в управлінні інформаційно-комунікаційні структури в загальній теорії графів – дерева, тобто математичні об'єкти. Оскільки похідними інформаційно-комунікаційних структур у виробничій практиці є структури апарату управління, їх також можна розглядати як

математичні об'єкти і застосовувати для їх аналізу математичну теорію дерев. При цьому дерева, що утворюють у практиці структури управління, будуть представлені вершинами вниз з коренем вгорі.

У структурах управління і у відповідних їм деревах (графах) вершини представляють окремого управлінського працівника. Тому для їх аналізу слід застосовувати математичну теорію, що має відношення до дерев з позначеними вершинами.

Математична теорія дерев пропонує спосіб кодування і декодування позначених дерев (графів) за допомогою алгоритму Прюфера, що представляє собою набір чисел, що називається «словом у коді Прюфера» [http://www.intuit.ru/department/algorithms/graphsuse/11/graphuse_11.html]. Однак цей метод поряд з позитивними сторонами має істотні недоліки при конкретному застосуванні в управлінській практиці. Вони полягають у наступному:

1. Алгоритм Прюфера дозволяє кодувати і декодувати графи, що мають n вершин, кожна з яких повинна співпадати з одним з чисел $1, 2 \dots n$, що не допускає випадання жодного з них без відповідної перенумерації. В управлінні в якості такого випадання можна розглядати посаду, що скорочується, чи посаду, яку переводять в розряд, що відповідає іншій нумерації (в даному випадку ми розглядаємо кодування структур апарату управління при впорядкуванні і стандартизації шляхом системного шифрування управлінських посад).

2. Алгоритм Прюфера дозволяє кодувати і декодувати лише графи-дерева, а в практиці менеджменту існують і інші графи, наприклад, які представляють лінійно-функціональні

структури управління, де має місце подвійне підпорядкування.

3. Числа, слова в кодї Прюфера вказують лише на вузли комунікації і їх кількість, а не на джерела (адреси) надходження інформації.

Перераховані недоліки алгоритму Прюфера вказують на необхідність подальшого вдосконалювання методів формалізації, кодування і кількісної оцінки конкретних інформаційно-комунікаційних структур.

Пропонується більш зручний і простий алгоритм кодування інформаційно-комунікаційних структур, позбавлений цих недоліків. Сутність його полягає в тому, що кодуються вершини на підставі числа ребер, що виходять з них. У структурах управління це число лінійних підпорядкувань в даній точці

комунікації (на даній посаді), що в наших прикладах знаходиться під відповідними номерами. Процес кодування здійснюється зліва направо, починаючи від головної кореневої вершини графа. Наприклад, потрібно закодувати структуру апарату управління відділення сільськогосподарського підприємства, що складається з наступних працівників: 1) керуючий відділення, 2) агроном відділення, 3) зоотехнік відділення, 4) бригадир тракторно-рільничої бригади, 5) помічник бригадира тракторно-рільничої бригади, 6) бригадир тваринницької ферми, 7) помічник бригадира тваринницької ферми.

З використанням нумерації посад структура управління (дерево) буде мати вигляд, представлений на рис. 1.

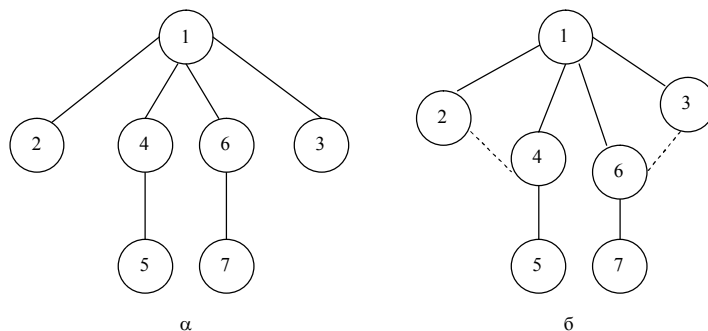


Рис. 1. Граф (дерево) структури управління відділення підприємства: а – без урахування, б – з урахуванням функціональних підпорядкувань

Кодове слово графа структури управління (назвемо його так, щоб не змінювати сталу термінологію) визначається наступним чином (рис. 1, а).

1.вершину 1 визначає чотири ребра з номерами на протилежних кінцях 2, 4, 6, 3. Звідси перша частина кодового слова структури управління 1/2, 4, 6, 3. У кодовому слові риска відокремлює номер вузла комунікації від номерів джерел надходження інформації.

2. Зліва направо здійснюємо аналогічні операції – вершину 4 визначає одне ребро з номером на протилежному кінці 5, а вершину 6 – ребро з номером 7. Таким чином, кодове слово структури управління має вигляд 1/2, 4, 6,3; 4/5; 6/7. При цьому крапка з комою відокремлює один вузол комунікації від іншого.

Кодове слово структури управління для аналізу варто представляти в більш зручній матричній формі (табл. 1).

Таблиця 1. Матрична форма запису кодового слова графа структури управління (Рис.1).

n_i	a_i	c_i	n_i	a_i	c_i
1	2, 4, 6, 3	5	1	2, 4, 6, 3	5
4	5	2	2	4'	2
6	7	2	4	5	2
			6	7	2
			3	6'	2
$\Sigma c_i=9$			$\Sigma c_i=13$		
Примітка: n_i – вузол комунікації; a_i – канали (джерела) надходження інформації в i -й вузол комунікації; c_i – кількість джерел інформації в i -му вузлі комунікації.					

За допомогою розглянутого вище алгоритму можна кодувати не тільки лінійні, але й інші графи-дерева. У практиці менеджменту таким графам відповідають лінійно-функціональні та матричні структури управління. Розглянемо кодування графа структури управління відділення, але з урахуванням функціональних підпорядкувань (рис. 1. б).

Алгоритм кодування включає раніше розглянуті етапи, але номери посад управлінських працівників, які мають функціональне підпорядкування, проставлені з ризикою (наприклад 4) лише на тій ділянці кодового слова, де є таке підпорядкування. Так, кодове слово графа (рис. 1.б) має вид: $1/2, 4, 6, 3; 2/4^2; 4/5; 6/7; 3/6^2$. Числа з ризикою вказують, які вершини з'єднуються пунктирними ребрами, що відображають функціональні підпорядкування (див. матричний запис, табл. 1.).

Запропонований алгоритм кодування інформаційно-комунікаційних структур і, зокрема, структур управління сприяє підвищенню ефективності досліджень в області управління, оскільки громіздкі схеми в ньому замінені числовими значеннями. Структура управління при цьому виступає як математичний об'єкт, що піддається кількісному опису, оцінці й аналізу. У закодованому вигляді структури апарату управління можна відображати в звітах підприємств (для цього буде потрібно декілька рядків), передавати у вищестоячі та статистичні організації.

Таким чином, застосування математичного апарату до формалізації, зокрема, для кодування інформаційно-комунікаційних структур можливо і є важливою подією хоча б тому, що громіздка схема структури апарату управління підприємства, що включає десятки, а іноді і сотні управлінських працівників, може бути представлена набором чисел, що мають однозначне значення (декодування). Це дозволить накопичувати структури управління для аналізу їх розвитку як на окремих підприємствах, так і у вищестоячих підприємствах і ЦСУ, що в даний час неможливо чи пов'язано з великими

витратами часу. Закодовані структури апарату управління можна обробляти на ЕОМ, передавати на відстань звичайними видами зв'язку. Нескладно при цьому скласти програму для автоматизованого роздрукування на ЕОМ закодованих структур апарату управління.

Запропонований метод кодування інформаційно-комунікаційних структур дозволяє виділити комунікаційні вузли і джерела надходження інформації (чого не передбачає слово в коді Прюфера), що можуть бути виділені як класифікаційні ознаки при проведенні досліджень. Кількість джерел надходження інформації визначається кількістю підлеглих (лінійних і функціональних) у вузлах комунікації. У кодовому слові структури управління номери таких вузлів виділені розділюючою ризикою (у матричній формі – числами, що стоять у лівому векторі матриці), а числа, що стоять праворуч від розділюючої ризику до крапки з комою, визначають номери каналів інформації в даному вузлі комунікації. При цьому крапки з комою відокремлюють один вузол комунікації від іншого.

Так, кодове слово графа структури управління відділення (рис. 1.а) має вигляд $1/2, 4, 6, 3; 4/5; 6/7$. Звідси вузли комунікації зосереджені в посадах під номерами 1, 4, 6. Посада під номером 1 має 4 джерела інформації, що надходить від посад під номерами 2, 4, 6, 3, а посади під номерами 4 і 6 мають по одному джерелу інформації, що надходить від посад під номерами 5 і 7.

З кодового слова видно, що структура управління (рис. 1. а) має 3 вузли комунікації, на що вказують крапка з комою у кодовому слові, які розділяють їх. Проранжувавши за ступенями управління кількість каналів, що визначають вузли комунікації, можна визначити критичні, що вимагають того чи іншого втручання при їхньому вдосконалюванні.

Введення кодового слова структури в ЕОМ дозволяє швидко виділити вузли комунікації, проранжувати їх, визначити джерела і канали надходження інформації, а також їх адреси (конкретних управлінських працівників). Якщо кожен управлінський

працівник визначить, наприклад, у символах кількість вихідної від нього інформації своєму вищестоящому керівнику (вузол комунікації), то нескладний алгоритм обчислень на ЕОМ дозволить визначити кількість інформації в даному комунікаційному вузлі. Порівнюючи її (кількість інформації) з якою-небудь нормативною інформацією (можливості переробки), можна визначити вузли перевантаження. Це дозволяє проводити дослідження і варіантний діагностичний аналіз інформаційно-комунікаційних процесів, визначити критичні точки, точки недовантаження і перевантаження, удосконалювати як інформаційно-комунікаційні процеси, так і структури управління. Особливо важливо те, що в умовах застосування ЕОМ не тільки прискорюються процеси обробки інформації, але і забезпечується об'єктивність, оптимальність і оперативність виконаних розрахунків. В остаточному підсумку це дозволяє удосконалювати не тільки структури управління, але і потоки інформації, її кількість, якість, структуру.

Анотація

Таким чином, життєдіяльність і стійкість різних структур управління при тій самій кількості управлінських працівників неоднакові. Кількісні виміри структурних змін у графах дозволяють судити про різноманітність графів інформаційно-комунікаційних структур і, зокрема, структур управління.

Припустимо, що апарат управління повинен усунути перешкоди, що виникли в системі. Якщо перешкоди буде усувати структура управління, представлена графом 1. а, то за допомогою одного з трьох вузлів комунікації з ймовірністю (розрахунки виконані по кодових словах):

$\frac{5}{9}$ – при усуненні перешкод вузлом комунікації у вершині під номером 1;

$$H = -\sum \frac{c_1}{b} \log_2 \frac{c_1}{b} = -\sum \frac{c_1}{b} (\log_2 c_1 - \log_2 b) = \sum \frac{c_1}{b} \log_2 b - \sum \frac{c_1}{b} \log_2 c_1$$

$$= \frac{\log_2 b}{b} \sum_1 c_1 - \frac{1}{b} \sum_1 c_1 \log_2 c_1 = \frac{\log_2 b}{b} \cdot b - \frac{1}{b} \sum_1 c_1 \log_2 c_1 = \log_2 b - \frac{1}{b} \sum_1 c_1 \log_2 c_1$$

$\frac{2}{9}$ – при усуненні перешкод вузлом комунікації у вершині під номером 4 чи 6. При усуненні перешкод структурою управління, представленої графом 1.б, ймовірності дещо зміняться і будуть мати значення: $\frac{5}{13}$ – при усуненні перешкод вузлом комунікації у вершині під номером 1 і $\frac{2}{13}$ – у вершинах під номерами 2,4,6,3. Припустимо, що керуючому відділенням лінійно підпорядковуються всі перераховані вище посади. Тоді кодове слово графа структури управління буде мати вигляд 1/2, 3, 4, 5, 6, 7. Отже, даний граф має лише один вузол комунікації у вершині під номером 1, а ймовірність усунення перешкод цією структурою управління буде рівна $\frac{7}{7}$, або 1.

Припускаючи, що усунення перешкод – подія випадкова, тобто що це може здійснити будь-який управлінський працівник і в будь-якому вузлі комунікації, кількісну міру різноманітності структури управління можна обчислити за формулою К. Шеннона для визначення ентропії

$$H = -\sum_i P_i \log_2 P_i$$

яку перетворимо, замінюючи

$$P_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^n C_i}$$

де P_i – ймовірність усунення перешкод у i -му вузлі комунікації (розраховується на основі кодового слова структури); C_i – кількість управлінських працівників у i -му вузлі комунікації, n – кількість вузлів комунікації в графі структури.

Для спрощення подальших розрахунків приймемо $\sum_i C_i = b$, де b – загальна кількість управлінських працівників у n вузлах комунікації. Після заміни

Після зведення до загального знаменника формула для обчислення міри різноманітності графів структур управління буде мати вигляд:

$$H = \frac{b \log_2 b - \sum_i c_i \log_2 c_i}{b} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} H &= \log_2 b - \frac{1}{b} \sum_i c_i \log_2 c_i = \frac{\lg b}{\lg 2} - \frac{1}{b} \sum_i c_i \frac{\lg c_i}{\lg 2} = \frac{1}{\lg 2} \left(\lg b - \frac{1}{b} \sum_i \lg c_i \right) = \\ &= 3,322 \left(\lg b - \frac{1}{b} \sum_i c_i \lg c_i \right) \end{aligned} \quad (2)$$

Остаточню формулу розрахунку міри різноманітності графів структур управління з урахуванням десяткової основи логарифма має вигляд:

$$H = \frac{3,322 \left(b \lg b - \sum_i c_i \lg c_i \right)}{b}$$

Значення міри різноманітності графів структур управління, яке розраховане за першою та другою формулами, вимірюється в бітах. Для визначення в десяткових одиницях інформації (діт) формула має вигляд:

$$H = \frac{b \lg b - \sum_i c_i \lg c_i}{b}$$

Так, міра структурної різноманітності структур управління, яка представлена на рис. 1. дорівнює:

для графа а:

$$H = \frac{3,322(9 \lg 9 - 5 \lg 5 - 2 \lg 2 - 2 \lg 2)}{9} = 1,43$$

біта, або 0,43 діт.

для графа б:

$$H = \frac{3,322(13 \lg 13 - 5 \lg 5 - 2 \lg 2 - 2 \lg 2 - 2 \lg 2)}{13} = 2,193$$

біта, або 0,66 діт;

Для графа з кодовим числом 1/2, 3, 4, 5, 6, 7:

$$H = \frac{3,322(7 \lg 7 - 7 \lg 7)}{7} = 0$$

та

$$H = \frac{7 \lg 7 - 7 \lg 7}{7} = 0$$

Як бачимо, міра різноманітності графів структури управління, які показані на рис. 1. у

Для виконання розрахунків за десятковою основою логарифма формула дещо зміниться:

багато разів більша міри різноманітності графа з кодовим словом 1/2, 3, 4, 5, 6, 7. У той же час міра різноманітності графа на рис. 1. б у 1,53 рази більша міри різноманітності графа структури управління, представленої на рис. 1. а. Тобто поява в одній і тій же структурі управління двох функціональних зв'язків (що вплинуло на виникнення додаткових вузлів комунікації) збільшило міру її різноманітності в 1,5 рази. Таким чином, для збільшення міри різноманітності структури управління слід не вводити додаткові зв'язки між існуючими вузлами комунікації, а створювати нові вузли комунікації.

Проведені розрахунки кількісної оцінки міри різноманітності структур управління підтвердили висновок про те, що зі збільшенням кількості вузлів комунікації збільшується міра різноманітності графа, що підвищує його життєздатність і стійкість. Це ще раз підтверджує сформульований У.Р. Ешбі закон необхідної різноманітності: «тільки різноманітності можуть знищити різноманітності». Отже, на життєздатність і стійкість структур управління впливає не кількість управлінських працівників, на що необґрунтовано йдуть деякі підприємства, а чітка, раціональна система підпорядкування і взаємин у процесі виконання службових обов'язків.

ГАЛУШКО В.П. – доктор економічних наук, професор, член-кореспондент УААН

КУШНІР І.Г. – аспірантка Національного аграрного університету