

## МЕТОД ФОРМУВАННЯ КОМПОНЕНТНИХ СТРУКТУР ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ

У статті описано формальний метод формування компонентних відносин, який є основою процедурного підходу до діагностування цифрових пристроїв; введено правила коригування для вибору кінцевих варіантів розбиття цифрових об'єктів; доведено, що в оптимальних структурах формуються такі відносини компонентних утворень, характеристики яких співпадають з характеристиками повних графів при визначеній глибині діагностування цифрових об'єктів.

*In article component relations forming formalistic method, underlying in procedure approach to digital devices diagnosis, was described; correction rules for choice of digital objects fragmentation final variants were puts; fact that in optimal structure component formation relations, characteristics of which agrees with characteristics of complete graphs under fixed digital devices diagnosis depth was proved.*

Ключові слова: цифрові пристрої, формування компонентних структур.

### Вступ

Декомпозиційний підхід до діагностування цифрових пристроїв (ЦП) має ефективність кожний раз, коли складну і трудомістку задачу пошуку несправностей намагаються представити розв'язанням рядом простих (більш приємних) задач шляхом електричного (комутаційного) формування структури об'єктів дослідження у вигляді взаємозв'язаних фрагментів схем для їх послідовного тестування. При цьому економляться не тільки інтелектуальні ресурси для підготовки відповідних процедур діагностування, але і час їх реалізації в цехових умовах виробництва [1].

### Постановка задачі дослідження

В статті ставиться задача розробити метод комп'ютерного формування структур розбиття схем цифрових пристроїв щодо їх наступного тестування на основі декомпозиційних критеріїв створення компонентних множин покриття об'єктів досліджень.

### Основні характеристики декомпозиції ЦП

Моделювання процесом розбиття об'єкту доцільно почати з визначення основної характеристики фрагментування об'єкту, а саме:  $\lambda$  – глибини покомпонентного діагностування ЦП, а також ступеня декомпозиції  $p$  і складності фрагментів схем, які формуються.

При цьому відомо, що основні характеристики графа розбиття ЦП взаємозв'язані наступними формальними залежностями

$$N = \sum_{i=1}^z i \cdot a_i = \lambda + \Delta, \quad (1)$$

де  $a_i$  – кількість компонентів  $\lambda$ -структури складністю  $i$ , при яких справедливі рівності  $p = a_1 + a_2 + \dots + a_h$  і  $\lambda = p + \Delta - \delta$  (2) ( $h$  – номер елемента ряду  $N$  з максимальною складністю  $z = \max(i)$ ,  $\Delta$  – число перетинань компонентів,  $\delta$  – характеристика повноти компонентів, згідно з [2, 3]).

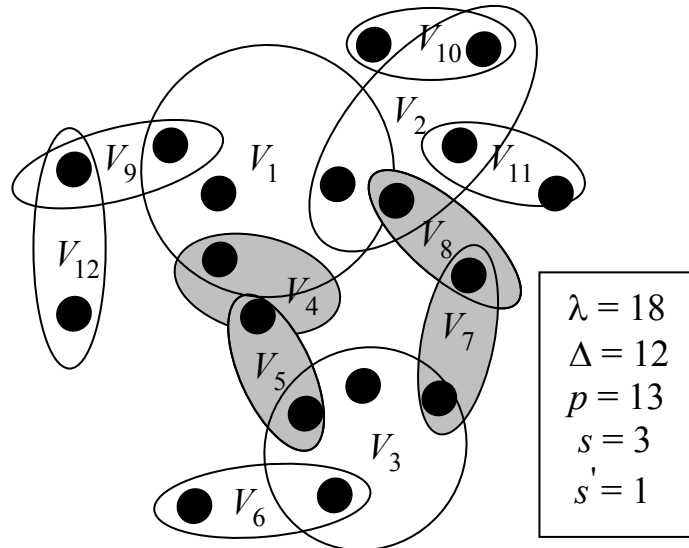
Введемо для аналізу структур ряд понять і визначень.

**Визначення 1.** Складним (простим) компонентом  $V_i \in V$  будемо вважати фрагмент схеми, для якого  $|V_i| > 2$  ( $|V_i| = 2$ ), де  $V$  – множина компонентів  $\lambda$ -структури.

**Визначення 2.** Внутрішнім простим ланцюгом (ВПЛ) будемо називати послідовність простих компонентів, які перетинаються між собою і зв'язують складні фрагменти (загальне число таких зв'язків позначимо, як  $s$ ).

**Визначення 3.** Виродженим ВПЛ-ланцюгом (без простих компонентів) будемо називати перетин складних фрагментів схем (де число вироджених ланцюгів зв'язку позначимо як  $s' \leq s$ ).

На рис. 1 наведено приклад структури розбиття, де  $(V_4 \cup V_5)$  і  $(V_7 \cup V_8)$  – ВПЛ-ланцюги між складними компонентами  $V_1$ ,  $V_2$  і  $V_3$ , а  $(V_1 \cap V_2)$  – вироджений ланцюг ВПЛ-зв'язку (для якого виконується умова  $|V_1 \cap V_2| = 1$ ).

Рис. 1. Приклад  $\lambda$ -структури

Формування  $\lambda$ -структур починається з визначення і узгодженості складностей  $\lambda' \in \lambda$  компонентів ( $a = p - a_2$ ) за характеристикою  $N$  (де  $\lambda' < \Delta$ ) декомпозиції об'єкту. Для спрощення процесу формування представимо, що всі ВПЛ-зв'язки вироджені. При цьому будемо враховувати наступну особливість структур.

#### Основна частина досліджень

Проаналізуємо залежності характеристик розбиття від глибини діагностування об'єкту для основних компонентних структур: ланцюгової, кільцевої і радіальної. На рис. 2 представлені числові данні ( $\Delta$ ,  $\delta$ , а також їх графіки) формування подібних структур при зміні значень  $\lambda$ , а також наведені приклади таких структур. Виходячи з послідовностей даних для  $K$ -,  $L$ - і  $P$ -структур (таблиці 1, 2 і 3) справедливо висловлювання.

**Твердження 1.** Для формування радіальних, кільцевих і ланцюгових структур з параметрами  $\langle \lambda, \Delta, \delta \rangle$  множини вершин графа  $G$  виконується рівність

$$\Delta = \left\lfloor \frac{\lambda}{2} \right\rfloor. \quad (3)$$

*Доведення.* Доведемо рівність (3) методом математичної індукції. Покажемо, що вона виконується при  $\lambda = 4$ . У цьому випадку маємо  $\Delta = \left\lfloor \frac{\lambda}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{4}{2} \right\rfloor = 2$  (для  $P$ - і  $L$ -структур згідно з таблиць 2 і 3).

Припустимо, що воно виконується при  $\lambda = n$ . Тоді воно повинно бути справедливим і при  $\lambda = n + 1$ . Існують два випадки: нехай  $n = 2k$  (1-й випадок) де  $\Delta = \left\lfloor \frac{2k}{2} \right\rfloor = \lfloor k \rfloor = k$ , а при  $n = 2k + 1$  (2-й випадок) отримаємо

$$\Delta = \left\lfloor \frac{2k+1}{2} \right\rfloor = \left\lfloor k + \frac{1}{2} \right\rfloor = \lfloor k \rfloor = k, \text{ де } k - \text{ціле число.}$$

*Твердження доведено.*

Слід відмітити, що для  $K$ -структур (таблиця 1) рівність (3) справедлива при  $\lambda \geq 5$ : так, при  $\lambda = 3$  структура надлишкова, а при  $\lambda = 4$  вона еквівалентна радіальній структурі.

**Твердження 2.** Для радіальних, кільцевих і ланцюгових структур з параметрами  $\langle \lambda, \Delta, \delta \rangle$  виконується рівність

$$\delta = (\lambda + 1) \bmod 2. \quad (4)$$

*Доведення.* Доведемо рівність (4) методом індукції. Покажемо, що вона виконується при  $\lambda = 4$ . Маємо  $(4+1) \bmod 2 = 1$ , як непарне число. Припустимо, що воно виконується при  $\lambda = n$ . Тоді воно повинно бути справедливим і при  $\lambda = n + 1$ . Оскільки  $\lambda$  – будь-яке число, то розглянемо два випадки: нехай  $n = 2k$  (1-й випадок), де маємо  $(2k+1) \bmod 2 = 1$ , а при  $n = 2k + 1$  (випадок 2-й) отримаємо  $(2k+1+1) \bmod 2 = 0$ , як для парного числа, де  $k$  – ціле число.

*Твердження доведено.*

Відмітимо, що для кільцевих структур рівність (4) виконується при  $\lambda \geq 5$  (таблиця 1). На рис. 2

показані залежності основних показників моделювання для різних структур розбиття (які наведені на рис. (3) від глибини діагностування  $\lambda$  об'єкту.

Пошук "компактних" відносин компонентів призвів до аналізу структур з максимальними показниками зв'язку ( $s^1$ ) між складними фрагментами розбиття. Доведено, що показники подібних структур описуються характеристикам повного графу [3]. В цьому випадку кількість компонентів пов'язана з глибиною діагностування наступним рівнянням  $\lambda = \frac{1}{2}p \cdot (p-1)$ . Розглядаючи тільки цілі рішення і взявши умовно за модулем одне із значень коренів, отримаємо

$$p_1 = \left\lfloor \frac{1 - \sqrt{1 + 8 \cdot \lambda}}{2} \right\rfloor \quad \text{і} \quad p_2 = \frac{1 + \sqrt{1 + 8 \cdot \lambda}}{2}, \quad (5)$$

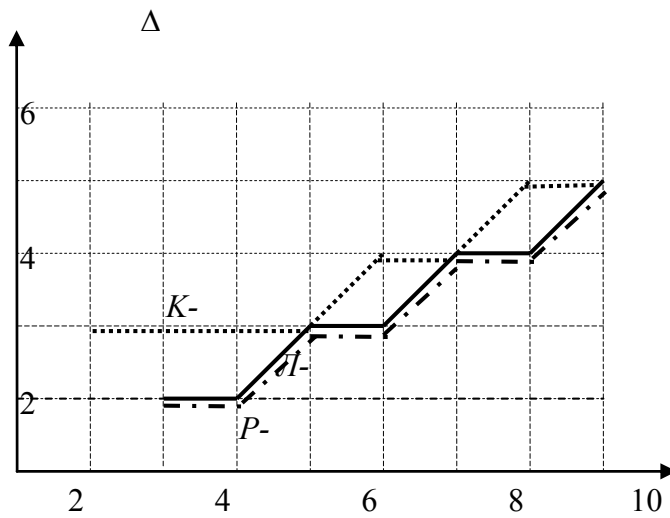
де  $\lambda = 3, 6, 10, 15, 21 \dots$  – числа послідовність, а  $\sqrt{1 + 8 \cdot \lambda}$  – непарне число. Це дає можливість описати послідовність наповнення (ядрами) неповних компонентів (при моделюванні значення  $\lambda$ ) і описати компактні структури формування. Так, на рис. 5, а показана компактна структура з повними фрагментами схем, а на рис. 5б структура з максимум вироджених зв'язків при  $\lambda = 10$ . При збільшенні значення  $\lambda$  спостерігається властивість 1.

Таблиця 1  $K$ -структура

$\lambda$	3	4	5	6	7	8	9	10...
$\Delta$	3	3	3	3	4	4	5	5...
$\delta$	3	2	1	0	1	0	1	0...

Таблиця 2  $L$ -структура

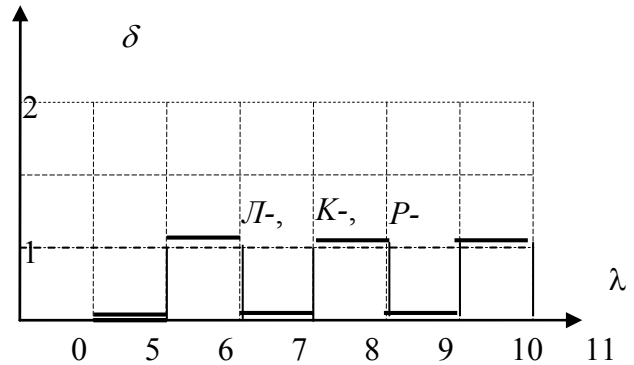
$\lambda$	4	5	6	7	8	9	10	11...
$\Delta$	2	2	3	3	4	4	5	5...
$\delta$	1	0	1	0	1	0	1	0...



а)

Таблиця 3  $P$ -структура

$\lambda$	4	5	6	7	8	9...
$\Delta$	2	2	3	3	4	4...
$\delta$	1	0	1	0	1	0...



б)

Рис.2. Графіки  $\Delta$ ,  $\delta$  показників від характеристики  $\lambda$

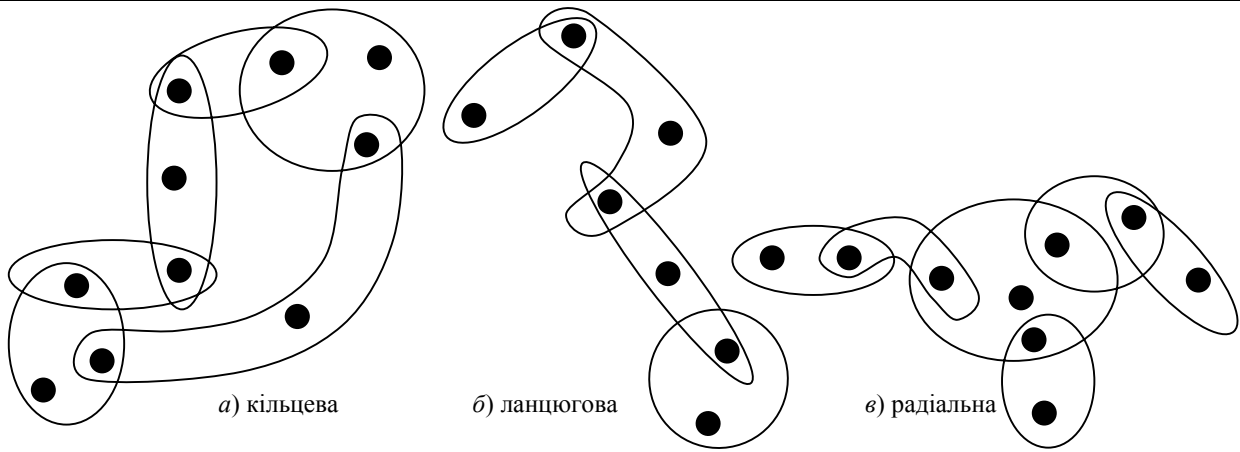


Рис. 3. Формування структур розбиття

Таблиця 4

РЛ-структура

$\lambda$	3	4	5	6	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	15...
$\Delta$	3	3	3	3	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	15...
$\delta$	3	2	1	0	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0	6...

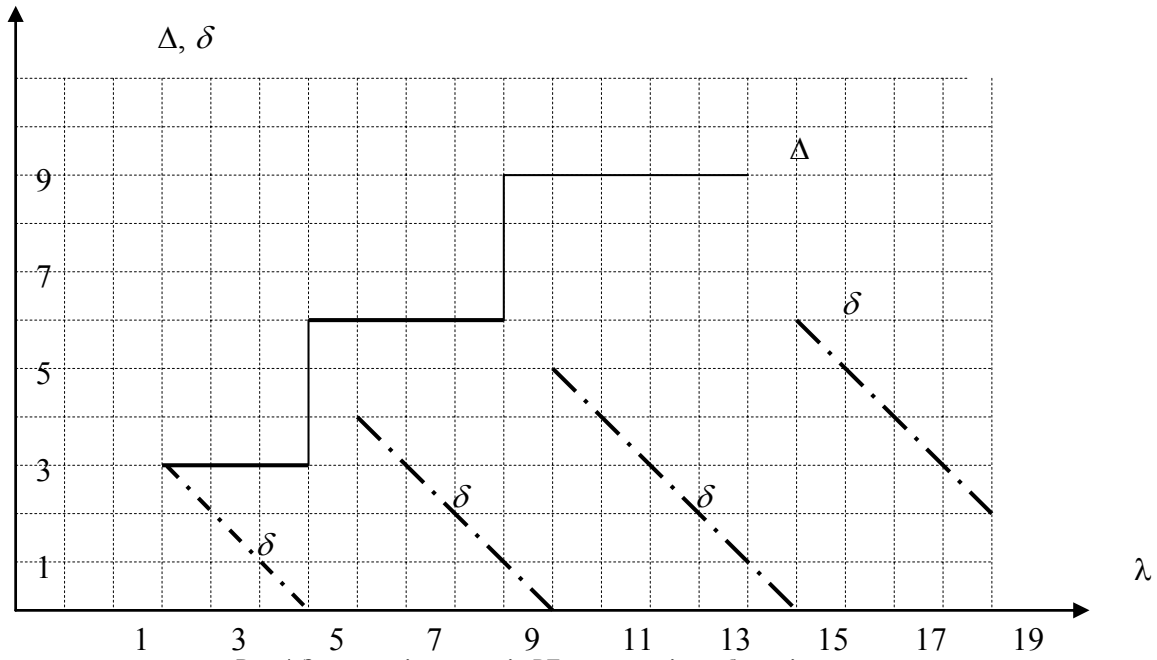


Рис. 4. Залежності показників РЛ-структур від глибини діагностування

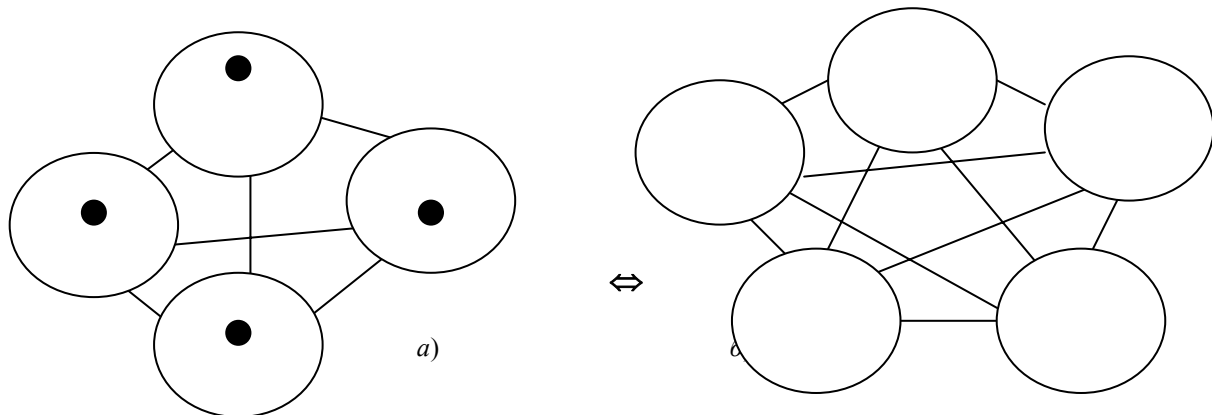


Рис. 5. Еквівалентні РЛ-структури при глибині діагностування  $\lambda = 10$

**В л а с т и в і с т ь 1.** Для структур з характеристиками розбиття  $\langle \lambda, \Delta, p_2, \delta \rangle$  справедливе висловлювання

$$\lambda + \delta = \lambda_{поч} + p_2,$$

де визначається як в (2), а  $\lambda_{поч}$  - початкове значення (наприклад, згідно з таблиці 4  $\lambda_{поч} = 6, p_2 = 4$ ).

На рис. 3 наведені графіки залежностей  $\Delta(\lambda)$  (де згідно з (1), а також враховуючи (2) маємо  $\Delta = \lambda + \delta - p$ ) і  $\delta(\lambda)$ .

*РЛ*-структурам властива адитивність (як й іншим формуванням), яка сприяє декомпозиції складних структур на ряд незалежних простих угруповань, для яких справедливо  $\lambda = \sum_i \lambda_i$ . Такий процес

здійснюється за рахунок зменшення міжкомпонентних зв'язків і збільшення числа компонентів. Так, при  $\lambda = 7$ , структуру, яка має вигляд на рис. 6а, можна представити у вигляді двох простих підструктур, як показано на рис. 6 для  $\lambda_1 = 4$  (рис. 6б) і  $\lambda_2 = 3$  (рис. 6в). І навпаки, суміщення підструктур за визначеними правилами (композиційний підхід) формує об'єднану компоненту структуру. На рис. 7 показано композиційне формування *P*-моделі розбиття на прикладі об'єднання ланцюгових моделей (*L*-структур).

Моделювання  $\lambda$ -структурами передбачає початкове визначення співвідносини складових ( $\delta_2, \delta_a$ ) характеристики  $\delta = \delta_2 + \delta_a$ . На основі знання кількості повних (неповних) компонентів формування можна знайти поточне значення  $t$  термінальних НПЛ. При цьому справедливе висловлювання.

**Т в е р д ж е н н я 3.** Для  $\lambda$ -структур з параметрами  $\langle p, \Delta, t, \delta_2, \delta_a \rangle$  розбиття виконується рівність

$$t = a_2 - \delta_2 \tag{6}$$

*Доведення.* На основі правил перетворення структур ( $\alpha_{t \rightarrow s}, \alpha_{s \rightarrow t}$ ) розглянемо для зручності формування, для якого виконується рівність  $s^1 = s$ .

Тоді число термінальних компонентів дорівнює  $t = \frac{\lambda - s^1 - (a - \delta_a) - \delta_2}{2}$ . Враховуючи, що  $s^1 = \Delta - a_2$ , при числі неповних фрагментів розбиття  $a - \delta_a$ , отримаємо чисельник  $\lambda - \Delta + a_2 - a + \delta_a - \delta_2$ . Використовуючи рівність  $\lambda - \Delta = p - \delta$  і значення числа компонентів  $p = a + a_2$ , маємо  $p - \delta + a_2 - a + \delta_a - \delta_2$ . Після послідовних перетворень  $a + a_2 - \delta_a - \delta_2 + \delta_a + a_2 - \delta_2 - a$ , маємо результат  $2a_2 - 2\delta_2 = 2(a_2 - \delta_2)$  і після підстановки у чисельник дроби, остаточно отримуємо рівність (6).

*Твердження доведено.*

На рис. 8 наведено приклади для структур (при  $\lambda = 14$  і  $\lambda = 11$ ) розрахунку поточного числа НПЛ ланцюгів.

**Н а с л і д о к.** Для структури розбиття з параметрами  $\langle \lambda, a, a_2, \Delta, \delta_a \rangle$  виконується рівність  $t = \sum_{i=3}^p i \cdot a_i - 2 \cdot s - (a - \delta_a)$ , де  $s = \Delta - a_2$ , а  $\delta_2 = a_2 - t$ .

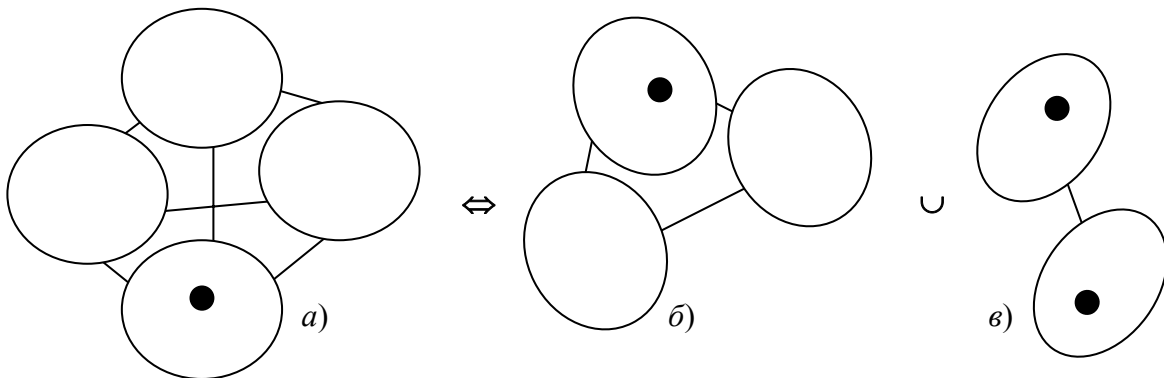


Рис. 6. Декомпозиція складних структур

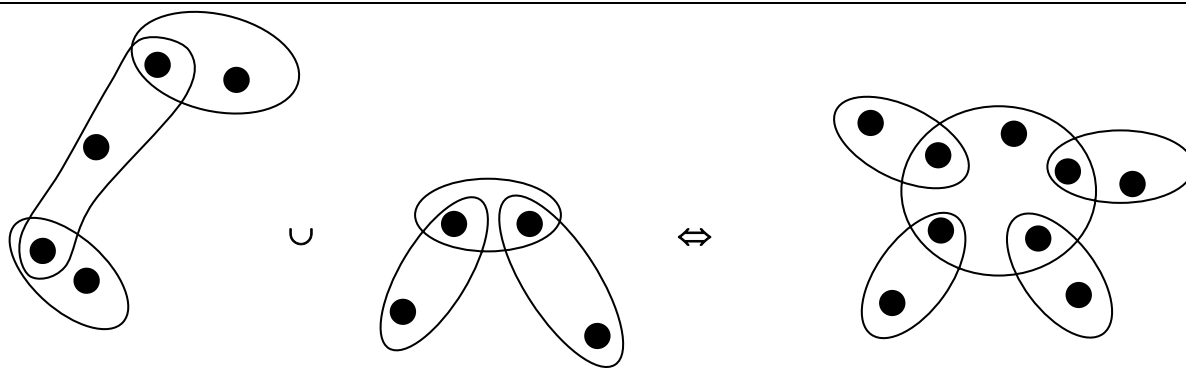


Рис. 7. Композиційний підхід формування

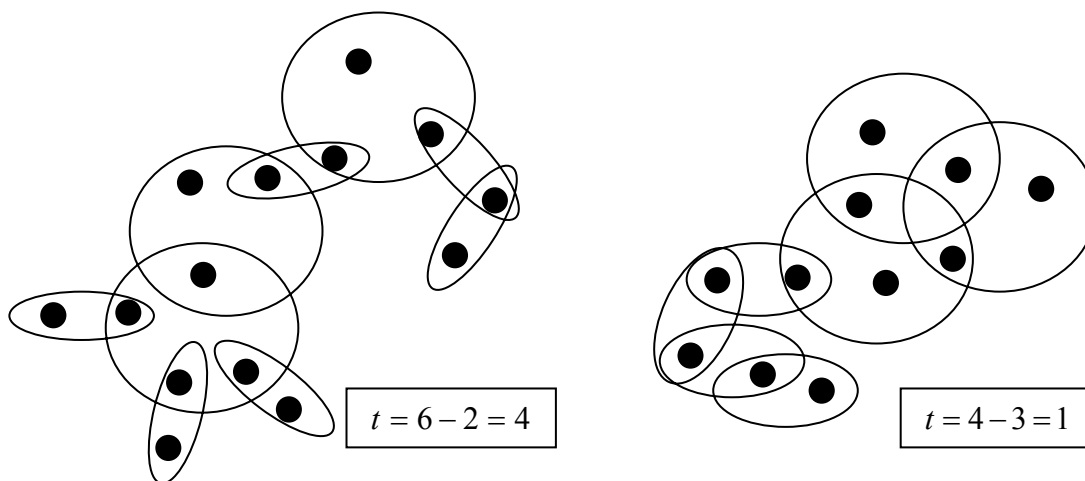


Рис. 8. Приклади розрахунку поточного параметра  $t$

На рис. 8 показано приклади структур для розрахунків НПЛ

$$\lambda = 14: \quad t = \sum_{i=3}^4 i \cdot a_i - 2 \cdot 2 - (3 - 1) = 10 - 4 - 2 = 4, \text{ а } \delta_2 = 6 - 4 = 2;$$

$$\lambda = 12: \quad t = \sum_{i=3}^4 i \cdot a_i - 2 \cdot 3 - (3 - 0) = 10 - 6 - 3 = 1, \text{ а } \delta_2 = 4 - 1 = 3.$$

Слід відмітити, що моделювання зв'язками компонентів має свої особливості. Це можна побачити на матрицях МФ в процесі формування структур розбиття. Якщо доданки вершин, які віднімаються, розкласти на менше число ніж число розрядів початкового вектора зв'язків, то формуються окремі підструктури. Це відображено на рис. 9а і 9б. В протилежному випадку, коли число доданків доданку, який розкладається на максимальне число розрядів, то формуються компактні структури (“сильно” зв'язані, що нагадує РЛ-структури). Таку структуру можна побачити на рис. 9в. При цьому завжди виконується властивість структур, які формуються в процесі декомпозиції.

**В л а с т и в і с т ь 2.** Серед існуючих варіантів розбиття числа  $2s$  на доданки завжди існує така послідовність доданків, які алгоритмічно віднімаються від його і призводять до повної реалізації зв'язків між компонентами.

Процес генерації варіантів зв'язків між компонентами може пропонувати некоректні сполучення таких зв'язків. Подібні структури можуть бути відхиленими, а можуть бути скорегованими відповідними процедурами  $\alpha_{t(s) \rightarrow s(t)}$ . На рис. 10 представлені способи такого корегування, які враховують типи кінцевих варіантів некоректного формування зв'язків компонентів: з'єднуються однократні (двократні) прості фрагменти між собою; з'єднуються однократні (двократні) зі складними компонентами (К). Результатом перетворення є зміна значень характеристик розбиття:  $p$ ,  $\delta$ ,  $\Delta$  загальної структури.

Розглянемо узагальнений алгоритм формування структур при заданому  $\lambda$ .

Крок 1. Задати параметр  $\lambda$ -розбиття.

Крок 2. Якщо генерація векторів  $L$  складностей компонентів закінчилась, то йти до кроку 20.

Крок 3. Згенерувати вектор  $L = (l_1, l_2, \dots, l_h)$ , де  $2 \leq h \leq \left\lfloor \frac{\lambda}{2} \right\rfloor + 1$ ,  $l_k \in \{0, 1\}$ , а також

$k = \overline{1, h}$ .

Крок 4. Якщо значення показника перетину закінчились, то йти до кроку 2.

Крок 5. Задати значення  $\Delta(\frac{\lambda}{2} \leq \Delta \leq \lambda)$ , а також підрахувати характеристику  $N = \lambda + \Delta$  і показник  $m = \sum_k l_k$ .

Крок 6. Якщо варіанти розбиття числа  $N$  закінчились, то йти до кроку 4.

Крок 7. Згенерувати розбиття  $\varphi(N, m) = (A_1, A_2, \dots, A_m)$ .

Крок 8. Виконати зображення  $\psi: I \rightarrow J$ , де  $\psi(i) = j$ , а також  $I = \{i | i \in \overline{1, m}\}$ ,  
 $J = \{j | j \in \overline{1, \lfloor \frac{\lambda}{2} \rfloor + 1}\}$ .

Крок 9. Якщо для всіх  $i \in \overline{1, m}$  виконується умова  $\left\lfloor \frac{A_i}{\psi(i)} \right\rfloor = \frac{A_i}{\psi(i)}$ , то визначити для всіх  $i$  показники  $a_i = \frac{A_i}{\psi(i)}$ , а також підрахувати  $S = \Delta - a_2$ ,  $p = a_1 + a_2 + \dots + a_m$  і йти до кроку 10, інакше до кроку 6.

Крок 10. Сформувати упорядкований вектор розбиття складностей

$$((\underbrace{m, m, \dots, m}_{a_m}, \underbrace{m-1, m-1, \dots, m-1}_{a_{m-1}}, \dots, \underbrace{1, 1, \dots, 1}_{a_1}) = (A_m^1, A_{m-1}^1, \dots, A_1^1).$$

Крок 11. Реалізувати алгоритм 2.1 до нульового результату віднімання векторів зв'язків, де на кожній ітерації повинно виконуватися умова 2.10 і 2.11, як для доданків, які віднімаються, так і для результатів віднімання.

Крок 12. Визначити для кожної пари  $A_i^1, A_j^1$  характеристику  $\delta_2^{ij} = s^{ij} - 1$ , де  $i, j \in \overline{1, m}$ .

Крок 13. Підрахувати  $\delta_2$  для всієї структури розбиття  $\delta_2^1 = \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \delta_2^{ij}$ .

Крок 14. Якщо  $a_2 < \delta_2^1$ , то йти до кроку 6.

Крок 15. Якщо число пар  $k$ , зв'язаних між собою компонентів  $V_i$  і  $V_j$  (де  $|V_i|, |V_j| = 1, a, i, j \in \overline{1, m}$ )  $k \geq 2$ , то йти до кроку 6.

Крок 16. Якщо  $k = 1$ , то скоригувати структуру за типом 1, а також підрахувати  $\Delta := \Delta - 1$ ,  $p := p - 1$ .

Крок 17. Якщо число пар  $k$ , зв'язаних між собою компонентів  $V_i$  і  $V_j$  (де  $|V_i|, |V_j| = 2, a, i, j \in \overline{1, m}$ )  $k > 0$ , то скоригувати структуру за типом 2. Підрахувати  $\Delta := \Delta - k$ ,  $\delta := \delta - k$  для всіх  $k$  пар; інакше йти до кроку 6.

Крок 18. Якщо  $z = \sum_i V_i > 0$  (де  $|V_i| \leq 2$ , де  $i \in \overline{1, m}$ ) зв'язані зі складними компонентами, то скоригувати структуру за типом 3 і 4 згідно правил 2.1 ÷ 2.4. Утворити  $k \geq 0$  ( $k \leq \min\{a, z\}$ ) повних фрагментів схем.

Крок 19. Підрахувати  $\delta_a = a - k$ ,  $\delta_2 = \delta - \delta_a$ ,  $t = a_2 - \delta_2$ . Зафіксувати структуру. Усунути надлишкові перетинання. Перерахувати основні характеристики структури розбиття. Йти до кроку 21.

Крок 20. Структури не існує.

Крок 21. Кінець алгоритму.

При цьому на кроці 18 слід перетворення структур виконувати згідно правилам зміни характеристик.

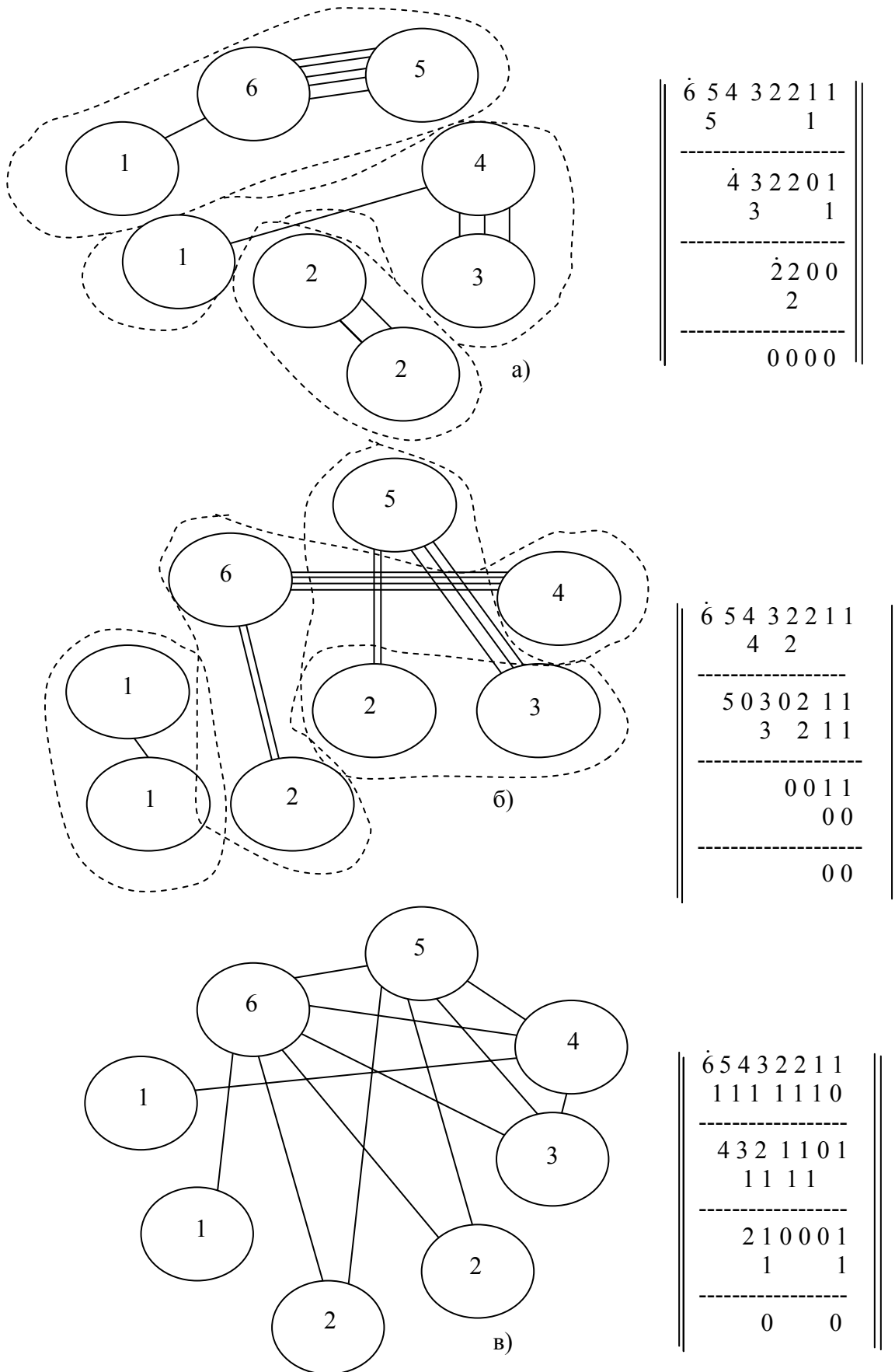


Рис. 9. Моделювання зв'язками компонентів



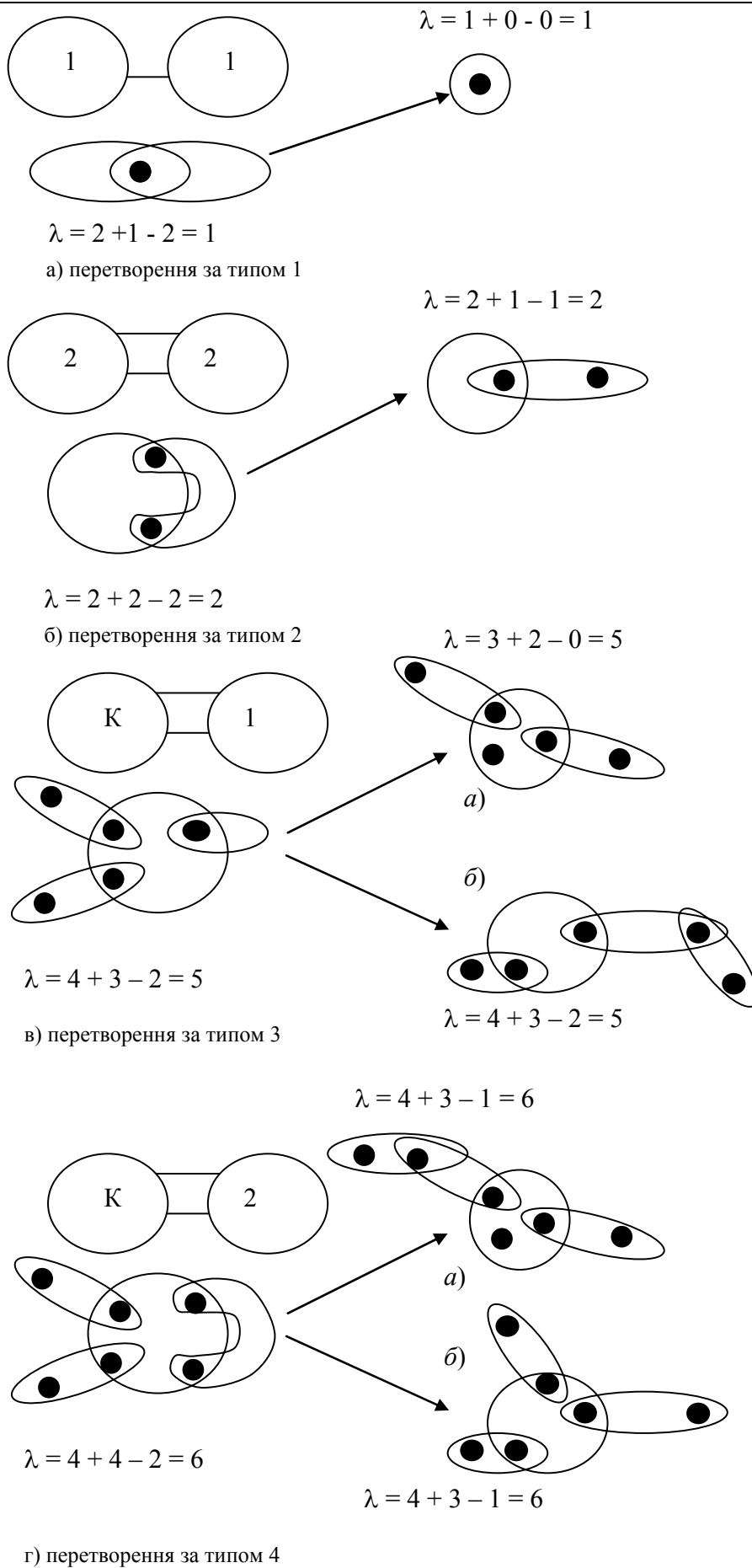


Рис. 10. Способи перетворення структур

**Правило 1.** При структурному перетворенні за типом 1 характеристики розбиття коригуються

$\delta := \delta - 2, \Delta := \Delta - 1, p := p - 1.$

**П р а в и л о 2.** Перетворення структури за типом 2 передбачає переозначення характеристик  $\delta := \delta - 1, \Delta := \Delta - 1.$

**П р а в и л о 3.** Перетворення структури за типом 3а передбачає зміну характеристик  $\Delta := \Delta - 1, p := p - 1, \delta := \delta - 2.$

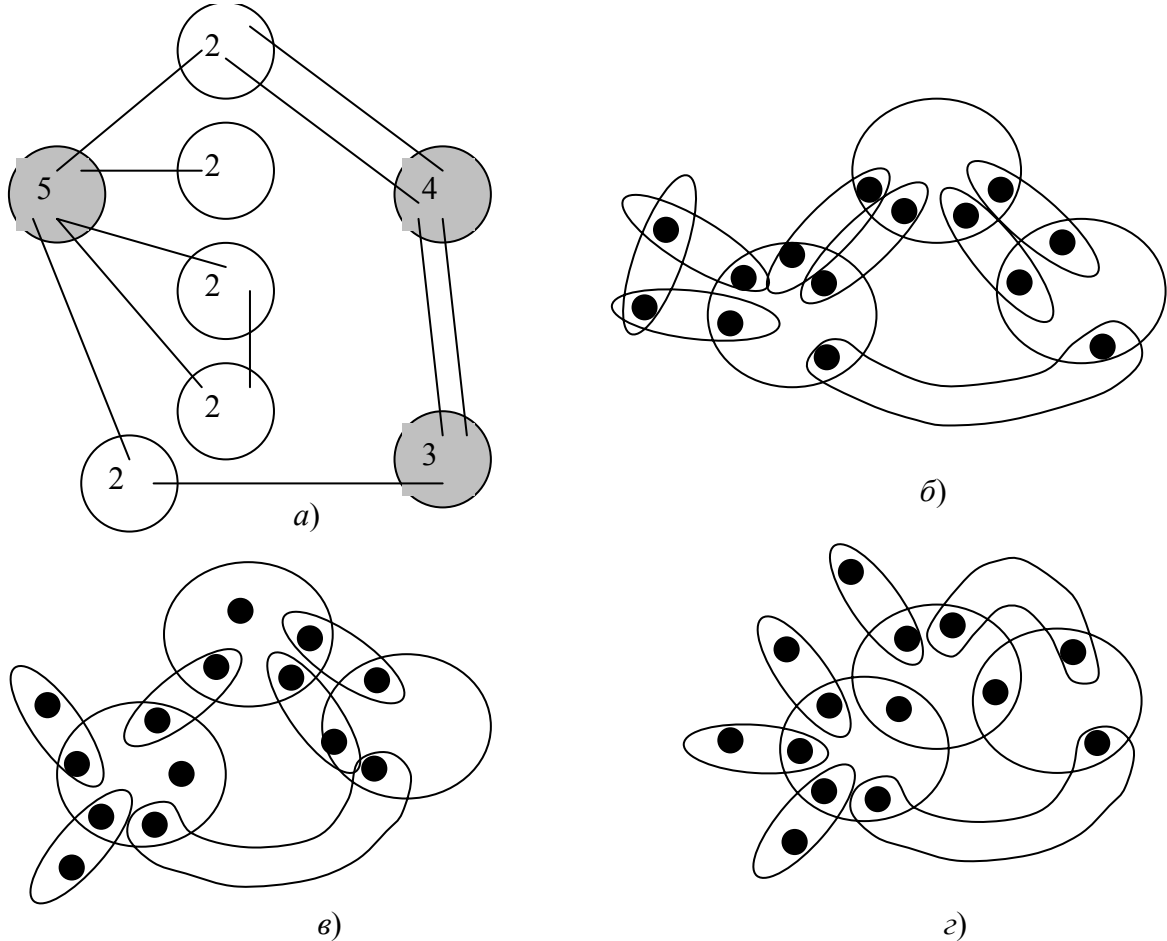


Рис. 11. Проектування компонентної структури при  $t_{max}$

**П р а в и л о 4.** Перетворення результуючий структури за типом 4, а і 4, б передбачає зміну характеристик

$$\delta := \delta - 1, \Delta := \Delta - 1.$$

Розглянемо роботу алгоритму на прикладі для  $\lambda = 14$ . Нехай на кроці 3 буде згенеровано вектор складностей  $L = (0, 1, 1, 1, 1)$ . На кроці 5 вибираємо значення  $\Delta = 8$ . Нехай також на кроці 7 алгоритму буде зафіксоване розбиття числа  $\varphi(N, m) = (A_1, A_2, \dots, A_5) = (0, 10, 3, 4, 5) = \lambda + \Delta = 22$ . Відображення  $\psi$  дає наступний вектор послідовностей складностей компонентів (2, 3, 4, 5) (крок 8). Встановлюємо, що на кроці 9 для всіх  $i \in \overline{1, m}$  його елементів виконується умова  $\left\lfloor \frac{A_i}{\psi(i)} \right\rfloor = \frac{A_i}{\psi(i)}$ :  $a_2 = \frac{A_2}{\psi(2)} = 5,$

$$a_3 = \frac{A_3}{\psi(3)} = 1, \quad a_4 = \frac{A_4}{\psi(4)} = 1, \quad a_5 = \frac{A_5}{\psi(5)} = 1. \quad \text{На кроці 10 формується вектор}$$

$(A_m^1, A_{m-1}^1, \dots, A_1^1) = (5, 4, 3, 2, 2, 2, 2, 2)$  розбиття складностей компонентів. Реалізацію алгоритму можна побачити на прикладі перетворення матриці формування зв'язків фрагментів схем (крок 11).

$$\begin{array}{r}
 N = 5 \cdot 2 + 1 \cdot 3 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 5 \\
 \downarrow \\
 N_1 = 6 \cdot 2 + 1 \cdot 3 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 5
 \end{array}
 \left\| \begin{array}{l}
 \dot{5} \ 4 \ 3 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \\
 \quad \quad 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\
 \hline
 \dot{4} \ 3 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\
 \quad \quad 2 \ 1 \ 1 \\
 \hline
 \dot{1} \ 0 \ 0 \ 1 \ \dot{1} \ 1 \\
 \quad \quad \quad 1 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 \quad \quad \quad 0 \quad 0
 \end{array} \right\|$$

На рис. 11 показано формування компонентної структури: на рис. 11, *a* – ескіз структури; на рис. 11, *b* – початковий вигляд; на рис. 11, *в* – після усунення надлишковості перетину; на рис. 11, *г* – кінцевий вигляд, наприклад, при максимальному числі НПЛ-ланцюгів.

#### Висновки

1. Знайдено формальний метод формування компонентних відносин (зв'язків між складними елементами розбиття), який лежить в основі процедурного підходу до діагностування цифрових пристроїв.

2. Вибір кінцевих варіантів комп'ютерного розбиття цифрових об'єктів (або їх відхилення, як некоректних утворень) серед множини згенерованих структур доцільно здійснювати на основі запропонованих правил корегування.

3. Показано, що в оптимальних структурах формуються такі відносини компонентних утворень, характеристики яких співпадають з характеристиками повних графів при визначеній глибині діагностування цифрових об'єктів.

#### Література

1. Перевозников С. И., Очкуров М. А., Озеранський В. С. Стратегії прискореного діагностування цифрових пристроїв // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2007. – № 1. – С. 44-55.
2. Перевозников С. И. Анализ свойств и характеристики компонентных структур цифровых устройств для систем внутрисхемного тестового диагностирования // Электронное моделирование. – 2001. – Т. 23, № 3. – С. 70-78.
3. Разработка программного обеспечения для систем покомпонентного диагностирования цифровых устройств / Перевозников С. И., Биличенко Н. А., Озеранский В. С., Перевозникова Н. С // Вимірвальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2003. – № 2. – С. 132-138.

Надійшла 15.9.2009 р.

УДК 681.142

А.Р. ВОРОНИЧ

Карпатський державний центр інформаційних засобів і технологій НАН України

### МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ СИГНАЛІВ ЗІ ЗМІННОЮ ЕНТРОПІЄЮ ДЛЯ ПРОВІДНИХ І БЕЗПРОВІДНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

*В статті представлено метод формування та опрацювання шумоподібних ентропійно-маніпульованих сигналів, як в провідних, так і в безпровідних системах. Запропонований метод характеризується захищеністю від впливу інтенсивних промислових завод і несанкціонованого доступу.*

*The method of forming and working of noise-type entropic- manipulated signals is presented in the article, both in the leading and in wireless systems. The offered method is characterized by protected from influence of intensive industrial hindrances and unapproved access.*

Ключові слова: комп'ютерні системи, формування сигналів.

**Вступ.** В галузі інформаційних технологій активно ведуться роботи, щодо впровадження сучасних безпровідних технологій на низових рівнях розподілених комп'ютерних систем (РКС). Сучасні технології передавання даних повинні забезпечувати високий захист від впливу інтенсивних промислових завод і несанкціонованого доступу. Такий рівень захисту надають методи формування сигналів зі змінною ентропією, як для провідних, так і безпровідних комп'ютерних систем.

**Аналіз методу формування та опрацювання маніпульованих сигналів зі змінною ентропією, обчислюваною за дисперсією.** Мірою заводостійкості обміну дискретними повідомленнями є залежність ймовірності спотворення двійкового символу від відношення енергії сигналу та спектральної густини