УДК 683.1

С.І. Маторін
Харківський національний університет радіоелектроніки

РОЗРОБКА ПАТЕРНОВОЇ ВФО-МОДЕЛІ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

The results of formalisation of the component's library for construction system-objective models, and also new class of the «logistical configurations» in the pattern theory are considered.

Розглядаються результати формалізації бібліотеки компонентів для побудови системно-об'єктних моделей, а також новий клас "логістичних конфігурацій" в теорії патернів.

Процедури аналізу і синтезу систем, які здійснюються, наприклад, при проектуванні і перепроектуванні бізнес-систем і бізнес-процесів, залежать від тих елементів, на які здійснюється декомпозиція системи або які агрегуються до комбінації. Ця обставина призводить до того, що ефективність аналізу і синтезу значною мірою залежать від наявності у розпорядженні аналітика «алфавітних» елементів або від змісту бібліотеки таких елементів.

Розглянемо, у зв'язку з цим, які структурні особливості повинні мати множини бібліотечних **ВФО-елементів** із погляду забезпечення ефективного ВФО-аналізу і моделювання систем .

При цьому під ВФО-елементом, відповідно до підходу **«Вузол – Функція – Об'єкт»** розуміється триелементна конструкція, що дозволяє розглядати систему одночасно з структурної, функціональної й об'єктної (субстанціальної) точок зору, тобто як «проточний» вузол (перехрестя зв'язків/потоків) у структурі надсистеми, що балансується функцією, реалізованої об'єктом. Під ВФО-аналізом розуміється метод подання систем у вигляді комбінації ВФО-елементів [1].

Крім того, у розсудженнях будуть використовуватися терміни і поняття математичної теорії патернів Гренандера [2, 3]. У цій теорії як елементарні об'єкти розглядаються *утворюючі*, що відповідають ВФО-елементам. З утворюючих конструюють *конфігурації*, які, з погляду ВФО-анализу, є результатом декомпозиції складної системи. Класи еквівалентності конфігурацій називаються в цій теорії *зображеннями* і характеризуються зовнішніми, непоєднаними зв'язками, що відповідає контекстному поданню системи в системному аналізі.

Нехай $G=\{g_j\}_{j=1}^{m}$ – мультимножина утворюючих (бібліотечних ВФО-елементів). $L=\{l_i\}_{i=1}^{nm}$ – множина імен типів зв'язків, де l_i – ім'я i-го типу зв'язку, n – кількість різноманітних типів зв'язків. Причому $\mathrm{In}(g_i)$ – множина вхідних зв'язків утворюючої g_i і

$Out(g_j)$ – множина вихідних зв'язків утворюючої g_j, такі, що $\text{In}(g_i) \subset L$, $\text{Out}(g_j) \subset L$ і $Out(g_j) \cup In(g_j) = B(g_j)$.

Нехай I – зображення системи, що моделюється, $\text{In}(I)$ – множина вхідних зв'язків зображення I, $Out(I)$ – множина вихідних зв'язків зображення I, такі, що $\text{In}(I) \subset L$ і $\text{Out}(I) \subset L$.

Введені позначення дають змогу формально описати ситуацію декомпозиції патернової моделі системи на рівні зображення за допомогою конфігурації ВФО-елементів (утворюючих). Крім того, ці ж позначення дозволяють дати формальне визначення конфігурації, що відповідає зображенню, декомпозиція якого здійснюється за допомогою даної конфігурації. Зробимо це за допомогою таких визначень.

Визначення 1. Вхідний зв'язок a зображення I з'єднаний з вихідним зв'язком b зображення I за допомогою конфігурації утворюючих $g_1, g_2, \ldots, g_k$ (рис. 1), якщо:

1. $a \in \text{In}(g_1)$; (1)
2. $\text{Out}(g_q) \cap \text{In}(g_{q+1}) \neq \varnothing$ $(q = 1,\ldots,k-1)$; (2)
3. $b \in Out(g_k)$. (3)

Цей факт будемо позначати таким чином: $< a, g_1, g_2, \ldots, g_k, b >$.

Визначення 2. Конфігурація утворюючих відповідає зображенню I, якщо кожний зв'язок із множини $In(I)$ за допомогою цієї конфігурації сполучений зі зв'язком із множини $Out(I)$ і навпаки, тобто:

$$\forall a \in In(I) \exists b \in Out(I) : \langle a, g_1, g_2, \ldots, g_k, b \rangle, \tag{4}$$
$$\forall b \in Out(I) \exists a \in In(I) : \langle a, g_1, g_2, \ldots, g_k, b \rangle.$$

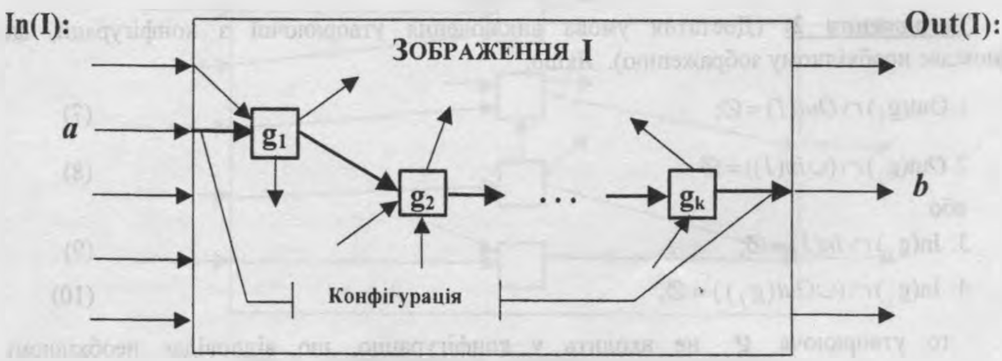

Рис. 1. Декомпозиція зображення за допомогою конфігурацій

Наведені визначення, в свою чергу, дозволяють сформулювати обов'язкові формальні вимоги до множини бібліотечних ВФО-елементів, котрим ця множина повинна задовольняти для того, щоб існувала можливість декомпозиції зображення системи за допомогою конфігурації, що відповідає цьому зображенню (рис. 2). Сформулюємо ці вимоги у вигляді такого твердження, яке легко довести.

Твердження 1. (Необхідна умова існування конфігурації, що відповідає необхідному зображенню). Якщо існує конфігурація, що відповідає зображенню I, то:

1. $In(I) \subseteq (\cup In(g_j))$, где $j = 1,...,m$; (5)

2. $Out(I) \subseteq (\cup Out(g_j))$, где $j = 1,...,m$. (6)

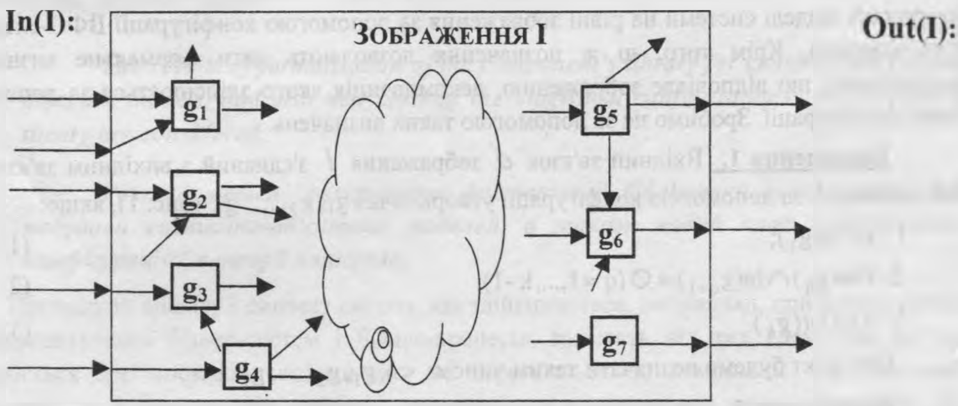

Рис. 2. *Необхідна умова існування конфігурації*

Наведене твердження, у свою чергу, дозволяє формалізувати умови, при яких утворюючі, що їм відповідають, ніколи не будуть входити в множину бібліотечних ВФО-елементів, з яких може бути складена конфігурація, що відповідає необхідному зображенню.

Твердження 2. (Достатня умова виключення утворюючої з конфігурації, що відповідає необхідному зображенню). Якщо:

1. $\mathrm{Out}(g_j) \cap Out(I) = \varnothing$; (7)

2. $Out(g_j) \cap (\cup In(I)) = \varnothing$ (8)

або

3. $\mathrm{In}(g_j) \cap In(I) = \varnothing$; (9)

4. $\mathrm{In}(g_j) \cap (\cup Out(g_j)) = \varnothing$, (10)

то утворююча g_j не входить у конфігурацію, що відповідає необхідному зображенню I.

З формулювання достатньої умови виключення утворюючої з конфігурації витікає простий наслідок.

Твердження 3. (Наслідок твердження 2) Якщо з множини G вилучені всі утворюючи, які задовольняють умови твердження 2, то для будь-якої утворюючої g_j, що залишилася:

1. $\mathrm{In(I)} \cap In(g_j) \neq \varnothing$ або існує утворююча g_m така, що $Out(g_i) \cap In(g_i) \neq \varnothing$ (11)

2. $\mathrm{Out(I)} \cap Out(g_j) \neq \varnothing$ або існує утворююча g_K така, що $Out(g_i) \cap In(g_K) \neq \varnothing$. (12)

Доведення. Випливає безпосередньо із твердження 2.

Для того, щоб сформулювати не тільки необхідні, але і достатні умови існування конфігурації, що відповідає зображенню, тобто вимоги до множини бібліотечних ВФО-елементів, дотримання яких завжди забезпечить конструювання такої конфігурації, необхідно довести ряд допоміжних тверджень.

Твердження 4. Якшо $\exists G^1 \subseteq G$ таке, що:

1. $\forall g_j \in G^1 \Rightarrow In(I) \cap In(g_j) \neq \varnothing$ та $Out(I) \cap Out(g_j) \neq \varnothing$. (13)

2. $In(I) \subseteq \bigcup_{G^1} In(g_j)$ та $Out(I) \subseteq \bigcup_{G^1} Out(g_j)$, (14)

то $g_j \in G^1$ складають конфігурацію, що відповідає зображенню I.

Дане твердження визначає умови існування простої «однопрохідної» конфігурації, що декомпозує зображення безпосереднім «перемиканням» будь-якого входу і будь-якого виходу зображення за допомогою однієї утворюючої (рис. 3). Теоретично ця конфігурація і може бути одним ВФО-елементом (однією утворюючою).

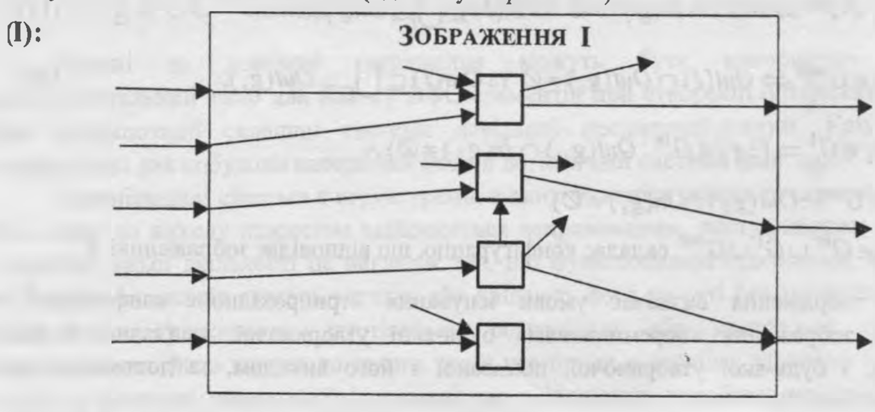

Рис. 3. *Умова існування "однопрохідної" конфігурації*

Твердження 5. Якщо $\exists G^{in} \subseteq G$ і $\exists G^{out} \subseteq G$ такі, що:

1. $\forall g_j \in G^{in} \Rightarrow In(I) \cap In(g_j) \neq \varnothing$ та $In(I) \subseteq \bigcup_{G^{in}} In(g_j)$, (15)

2. $\forall g_i \in G^{щге} \Rightarrow Out(I) \cap Out(g_i) \neq \varnothing$ та $Out(I) \subseteq \bigcup_{G^{out}} Out(g_i)$, (16)

3. $\forall g_j \in G^{in} \exists g_i \in G^{out} : Out(g_i) \cap In(g_i) \neq \varnothing,$ (17)

4. $\forall g_j \in G^{out} \exists g_j \in G^{in} : Out(g_j) \cap n(g_j) \neq \varnothing.$ (18)

то $g \in G^{in} \cup G^{out}$ складають конфігурацію, що відповідає зображенню I.

Рис. 4. *Умова існування «двопрохідної» конфігурації*

Це твердження визначає умови існування простої «двопрохідної» конфігурації, що декомпозує зображення безпосереднім «перемиканням» утворюючих, пов'язаних із входом зображення, і утворюючих, пов'язаних із його виходом (рис.4).

<u>**Твердження 6.**</u> Якщо $\exists G^{in} \subseteq G$, $\exists G^{out} \subseteq G$ та $\exists G^1 \subseteq G$ такі, що:

1. $\forall g_j \in G^{in} \Rightarrow In(I) \cap In(g_j) \neq \varnothing$ та $In(I) \subseteq \bigcup_{G^{in}} In(g_j),$ (19)

2. $\forall g_i \in G^{щге} \Rightarrow Out(I) \cap Out(g_i) \neq \varnothing$ та $Out(I) \subseteq \bigcup_{G^{out}} Out(g_i),$ (20)

3. $\forall g_k \in G^1 \Rightarrow (\exists g_j \in G^{in} : Out(g_{ij}) \cap In(g_k) \neq \varnothing) \wedge$
$(\exists g_i \in G^{out} : Out(g_k) \cap In(g_i) \neq \varnothing)$ (21)

то $g \in G^{in} \cup G^1 \cup G^{out}$ складає конфігурацію, що відповідає зображенню I.

Дане твердження визначає умови існування «трипрохідної» конфігурації, що декомпозує зображення «перемиканням» будь-якої утворюючої, пов'язаної з входом зображення, і будь-якої утворюючої, пов'язаної з його виходом, за допомогою однієї утворюючої (рис. 5).

Твердження 4 – 6 дають змогу сформулювати твердження про вимоги до утворюючих (бібліотечних ВФО-елементів), яким вони повинні задовольняти у загальному випадку для того, щоб із них завжди можна було скласти конфігурацію, яка відповідає заданому зображенню, тобто контекстній моделі.

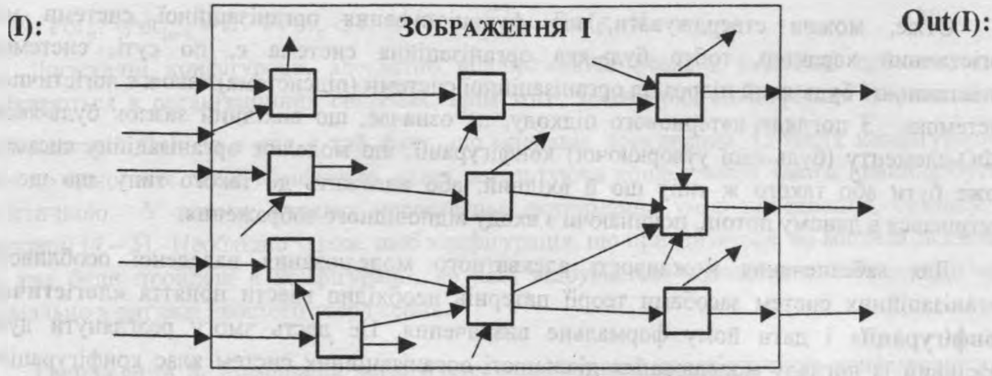

Рис. 5. *Умова існування «трипрохідної» конфігурації*

<u>Твердження 7.</u> (Достатня умова існування конфігурації, що відповідає необхідному зображенню). Якщо $\exists\{G^p\}_{p=1}^{q} : \cup G^p \subseteq G$, такі, що:

1. $\forall g_{j1} \in G^1 \Rightarrow In(I) \cap In(g_{j1}) \neq \emptyset$ и $In(I) \subseteq \bigcup_{G^1} In(g_{j1})$, (22)

2. $\forall g_{j\text{й}} \in G^{\text{и}} \Rightarrow Out(I) \cap Out(g_{jq}) \neq \emptyset$ и $Out(I) \subseteq \bigcup_{G^q} Out(g_{jq})$, (23)

3. $\forall g_{jp} \in G^p \Rightarrow (\exists g_{jp} \in G^{p-1} : Out(g_{jp-1}) \cap In(g_{jp}) \neq \emptyset) \wedge$
$(\exists g_{jp+1} \in G^{p+1} : Out(g_{jp}) \cap In(g_{jp+1}) \neq \emptyset)$ для ллюбог $p = 2,\dots,q\text{-}1$, (24)

то $g \in \cup G^p$ складають конфігурацію, що відповідає зображенню I.

Подані та доведені твердження можуть бути використані формальний інструментальний засіб для вибору ВФО-елементів при створенні бібліотеки, призначеної для декомпозиції складної системи довільної предметної галузі. Крім того, вони використані для побудови патернової моделі логістичної системи (див. далі).

Організаційні системи є структурами, в яких функціонування та перетворення зв'язків від входу до виходу підсистем здійснюється «спрямованим, поступальним» способом. У практиці їхньої діяльності це виглядає так, що функціональні підсистеми, одержуючи на вхід потік елементів якогось вигляду або лишають його по суті без зміни (підсистеми, що здійснюють транспортні, заготівельні, розподільні або контрольні операції), або перетворюють його вигляд до такого, який усе більш відповідає заданому на виході всієї системи потокові елементів (підсистеми, що здійснюють виробничі операції). При цьому ніколи не робиться кроків назад, тобто ніколи не виконується такого перетворення (якщо воно взагалі виконується), вихід якого повторював би потік, раніше пройдений, починаючи з входу всієї системи. Наприклад, будь-яке матеріальне або інформаційне виробництво починається з певних вихідних матеріалів і якихось готових складових частин, що переробляються і поступово трансформуються в продукт, який потрібен. При цьому не здійснюється операцій зворотного перетворення продукту в напівфабрикат, руду, первинні джерела інформації і т.д.

Отже, можна стверджувати, що функціонування організаційної системи має логістичний характер, тобто будь-яка організаційна система є, по суті, системою логістичною і будь-який підрозділ організаційної системи (підсистема) також є логістичною системою. З погляду патернового підходу, це означає, що вихідний зв'язок будь-якого ВФО-елементу (будь-якої утворюючої) конфігурації, що моделює організаційну систему, може бути або такого ж типу що й вхідний, або належить до такого типу, що ще не зустрічався в даному потоці, починаючи з входу відповідного зображення.

Для забезпечення можливості адекватного моделювання наведеної особливості організаційних систем засобами теорії патернів необхідно ввести поняття «**логістичної конфігурації**» і дати йому формальне визначення. Це дасть змогу розглянути дуже важливий із погляду моделювання діяльності організаційних систем клас конфігурацій і відповідну їм множину бібліотечних ВФО-елементів.

Нехай для g_{jp} та g_{jp+1} ВФО-елементів $(p=1,\dots,q\ 1)$ множина їх вихідних і вхідних зв'язків, що перетинаються, $\mathrm{Out}_p=\mathrm{Out}(g_{jp})\cap(In(g_{jp+1})$; множина їхніх областей значень, що перетинаються, й областей визначень функцій $\mathrm{Im}_p=\mathrm{Im}(g_{jp})\cap\mathrm{Dom}(g_{jp+1})$; множина їх приєднаних вихідних і вхідних портів $\mathrm{Pot}_p=\mathrm{Pot}(g_{jp})\cap\mathrm{Pin}(g_{jp+1})$. Нехай $\Phi=\{f_k\}_{k=1}^{r}$ – множина імен типів функціональних характеристик ВФО-елементів, де f_k – ім'я k-го типу області визначення (значень) функції елементу g_j. r – кількість різноманітних типів даних областей. При цьому $\mathrm{Im}(g_{jp})\subset\Phi,\mathrm{Dom}(g_{jp})\subset\Phi$ та $\mathrm{Im}(g_{jp})\cup\mathrm{Dom}(g_{jp})=F(g_{jp})$. $S=\{s_t\}_{t=1}^{h}$ – множина імен типів об'єктних характеристик ВФО-елементів, де s_t – ім'я t-го типу вхідного (вихідного) порту об'єкта елементу g_j, h – кількість різноманітних типів портів. При цьому $\mathrm{Pot}(g_{jp})\subset S,\mathrm{Pin}\subset S$ та $\mathrm{Pot}(g_{jp})\cup\mathrm{Pin}(g_{jp})=O(g_{jp})$.

<u>**Визначення 3.**</u> Конфігурація $<g_{j1},\dots,g_{jp},\dots,g_{jq}>$ називається логістичною (Λ) якщо

$$\exists B(\Lambda)=\mathrm{In}(g_{j1})\cup\mathrm{Out}(g_{jq}),\forall p(p=1,\dots,q-1)\mathrm{Out}_p\neq\emptyset \tag{25}$$

слідує

$$Out_p\cap Out_{p-1}\neq\emptyset\vee\vee O\mathrm{ut}_p\subset L\setminus((\bigcup Out_k|_{k=1}^{p-1})\cup In(g_{j1})) \tag{26}$$

Відповідно з

$$\exists F(\Lambda)=\mathrm{Domn}(g_{j1})\cup\mathrm{Im}(g_{jq}),\forall p(p=1,\dots,q-1)\mathrm{Im}_p\neq\emptyset \tag{27}$$

слідує

$$\mathrm{Im}_p\cap\mathrm{Im}_{p-1}\neq\emptyset\vee\vee\mathrm{Im}_p\subset\Phi\setminus((\bigcup\mathrm{Im}_k|_{k=1}^{p-1})\cup\mathrm{Dom}(g_{j1})) \tag{28}$$

Відповідно з

$$\exists O(\Lambda)=\mathrm{Pin}(g_{j1})\cup\mathrm{Pot}(g_{jq}),\forall p(p=1,\dots,q-1)Pot_p\neq\emptyset \tag{29}$$

слідує

$$\mathrm{Pot}_p \cap \mathrm{Pot}_{p-1} \neq \emptyset \vee \vee \mathrm{Pot}_p \subset L \setminus ((\bigcup \mathrm{Pot}_k \big|_{k=1}^{p-1}) \cup \mathrm{Pin}(g_{j1})) \tag{30}$$

Логістичні конфігурації, адекватно відображаючи реальні змістовні процеси, що відбуваються в організаційних системах, крім того, мають ряд специфічних формальних особливостей. Однією з них є той факт, що операція приєднання $\breve{U}$ таких конфігурацій одна до одної має певні обмеження, якщо результуюча конфігурація також повинна бути логістичною. У даному випадку недостатньо дотримання умов приєднання, балансу і реалізації [4 – 5]. Необхідно також, щоб конфігурація, що приєднується, не містила зв'язків, які вже були пройдені в конфігурації, до якої відбувається приєднання. Запишемо це формально у вигляді простого твердження.

<u>**Твердження 8.**</u> Комбінація логістичних конфігурацій є логістичною конфігурацією, якщо (на прикладі комбінації двох конфігурацій $\Lambda_q = < g_{j1},...,g_{jp},...,g_{jq} >$ та $\Lambda_t = < g_{jq+1},...,g_{jv},...,g_{jt} >$) з

$$\mathrm{Out}_q = (\mathrm{Out}(g_{jq}) \cap \mathrm{In}(g_{jq+1})) \neq \emptyset \tag{31}$$

слідує

$$\mathrm{Out}_v \subset L \setminus ((\bigcup \mathrm{Out}_k \big|_{k=1}^{q}) \cup \mathrm{In}(g_{j1})), v = q+1,...,t. \tag{32}$$

Відповідно з

$$\mathrm{Im}_q = (\mathrm{Im}(g_{jq}) \cap \mathrm{Dom}(g_{jq+1})) \neq \emptyset \tag{33}$$

слідує

$$\mathrm{Im}_v \subset \Phi \setminus ((\bigcup \mathrm{Im}_k \big|_{k=1}^{q}) \cup \mathrm{Dom}(g_{j1})), v = q+1,...,t. \tag{34}$$

Відповідно з

$$\mathrm{Pot}_q = (\mathrm{Pot}(g_{jq}) \cap \mathrm{Pin}(g_{jq+1})) \neq \emptyset \tag{35}$$

слідує

$$\mathrm{Pot}_v \subset S \setminus ((\bigcup \mathrm{Pot}_k \big|_{k=1}^{q}) \cup \mathrm{Pin}(g_{j1})), v = q+1,...,t. \tag{36}$$

<u>Доведення</u>. Випливає безпосередньо з визначення логістичної конфігурації (25 – 30).

Іншою специфічною особливістю логістичних конфігурацій є застосування операції анігіляції $\breve{A}$ у таких конфігураціях [4 -5]. Якщо операція $\breve{A}$ торкається тільки таких ВФО-елементів (утворюючих) конфігурації, входи і виходи яких належать до одного типу, то дана операція призводить до перетворення подоби f_y (щодо вузлів) цієї конфігурації. Таке застосування операції анігіляції моделює реальні процеси оптимізації логістичного ланцюга шляхом скорочення перевезень, вантажно-розвантажувальних операцій, запасів і т.ін. Якщо операція $\breve{A}$ торкається інших ВФО-елементів (утворюючих) конфігурації, то це призводить до поділу її на окремі більш дрібні, але також обов'язково логістичні конфігурації. Таке застосування операції анігіляції моделюють реальні заходи щодо виділення окремих виробничих і технологічних ланцюжків, що можуть розглядатися як підсистеми для системи більш високого ярусу.

Проведені судження дають змогу сформулювати умови та вимоги, які повинна задовольняти множина бібліотечних ВФО-елементів, для того, щоб за її допомогою можна було конструювати моделі саме організаційних систем з урахуванням властивої їм логістичності. Проте, наперед, необхідно ввести такі позначення. Нехай $\mathrm{OutG}^p = \bigcup_{G^p} \mathrm{Out}_j$ – об'єднання вихідних зв'язків вузлів по всім елементам g_j із G_p. $\mathrm{ImG}^p = \bigcup_{G^p} \mathrm{Im}_j$ – об'єднання областей значень функцій по всім елементам g_j із G_p. $\mathrm{PotG}^p = \bigcup_{G^p} \mathrm{Pot}_j$ – об'єднання вихідних портів об'єктів по всім елементам g_j із G_p. Тепер можна сформулювати теорему.

Теорема.

При виконанні умов твердження 7 (22 – 24), якщо для всіх G_p

$$\mathrm{Out}\,G^p \cap OutG^{p-1} \neq \emptyset \vee \vee O\mathrm{ut}\,G^p \subset L \setminus ((\bigcup \mathrm{Out}\,G^k \Big|_{k=1}^{p-1}) \cup \mathrm{In}(I)) \quad (37)$$

$$\mathrm{Im}\,G^p \cap \mathrm{Im}\,G^{p-1} \neq \emptyset \vee \vee \mathrm{Im}\,G^p \subset \Phi \setminus ((\bigcup \mathrm{Im}\,G^k \Big|_{k=1}^{p-1}) \cup \mathrm{Dom}(I)) \quad (38)$$

$$\mathrm{Pot}\,G^p \cap \mathrm{Pot}\,G^{p-1} \neq \emptyset \vee \vee \mathrm{Pot}\,G^p \subset S \setminus ((\bigcup \mathrm{Pot}\,G^k \Big|_{k=1}^{p-1}) \cup \mathrm{Pin}(I)) \quad (39)$$

то $g \in \bigcup G^p$ складають логістичну конфігурацію, що відповідає зображенню I.

Доведення. Аналогічно доведенню твердження 7 з урахуванням перевірки виконання визначення логістичності конфігурації.

Отже, сформульований та доведений ряд тверджень (докази див. [6]), що визначають вимоги до множини ВФО-елементів, необхідних для побудови конфігурації, що відповідає контекстному поданню системи у вигляді зображення. У теорію патернів уведене поняття «логістичної конфігурації», що моделює організаційну систему як логістичну, і показано, що діяльність будь-якої організації як системи має логістичний характер. Доведено теорему про необхідні та достатні умови побудови з множини бібліотечних ВФО-елементів логістичної конфігурації, що відповідає контекстному поданню організаційної системи у вигляді зображення. Отримана теорема є формальним засобом для побудови бібліотеки ВФО-елементів і перевірки коректності бібліотеки та відповідності її предметної області, що моделюється.

ВФО-підхід дозволяє подати вимоги до системи у вигляді поєднуючих потоків, тобто вузлових характеристик. Дані вимоги при моделюванні організаційних систем є, по суті, критеріями, за якими повинна здійснюватися їх оптимізація (удосконалення). Таким чином, у рамках ВФО-підходу вирішується задача багатокритеріального аналізу процесів (потоків) різної природи. Отже, критерій оптимізації μ_s (рис. 6), який введено у роботі [4], є інтегральним критерієм, що забезпечує можливість одночасного врахування множини вимог до системи (множини L імен типів зв'язків, множини Ф імен типів функцій і множини S імен типів об'єктів) шляхом цілісного опису вузлових, функціональних і об'єктних характеристик. Для будь-якої існуючої системи: $0 < \mu_s < 1$. При цьому наближення до 1 свідчить про більший ступінь адаптування, тобто оптимальності, системи, з погляду її відповідності множині запропонованих вимог (критеріїв).

Введення в розгляд логістичних конфігурацій дозволяє уточнити визначення критерія μ_s і зробити його придатним для алгоритмізації й автоматизації процесу аналізу та оптимізації ВФО-моделей.

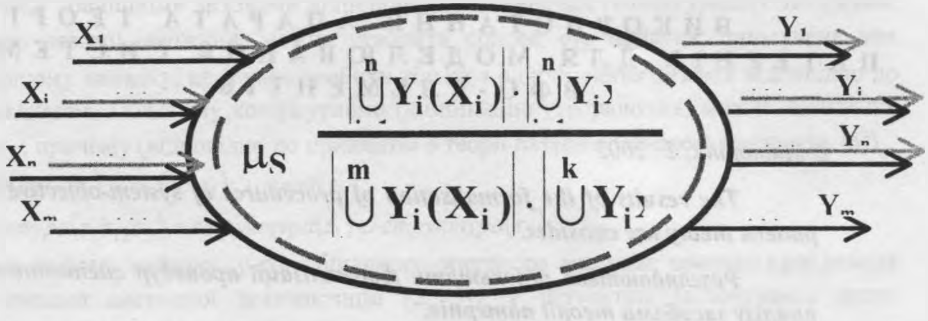

Рис. 6. *Міра системності як критерій оптимальності.*

З урахуванням позначень твердження 7 і теореми можна показати, що конфігурація, яка відповідає зображенню I, у загальному випадку буде мати вихідні зв'язки: $Out\,Gp \setminus^{InGp} +1$, вхідні зв'язки: $In\,Gp \setminus Out\,Gp - 1$, області значень функцій: $\operatorname{Im} Gp^{\setminus DomGp} + 1$, області визначення функцій: $DomGp \setminus \operatorname{Im} Gp - 1$, вихідні порти: $PotGp^{\setminus PinGp} + 1$, вхідні порти: $PinGp \setminus PotGp - 1$, де $p = 1,..,q$; $Out\,G^0 = \operatorname{Im} G^0 = Pot\,G^0 = InG^{q+1} = DomG^{q+1} = PinG^{q+1} = \varnothing$ р по визначенню.

Отже критерій оптимальності μ_s, з погляду вузлових характеристик, буде мати вигляд:

$$\mu_{Su} = | In(I) | \cdot | Out(I) \setminus (| \bigcup_{=1}^{qp} (InGp \setminus OutGp - 1) | \cdot | \bigcup_{=1}^{qp} (OutGp \setminus InGp^{+1}) |).$$

З погляду функціональних характеристик буде мати вигляд:

$$\mu_{Sf} = | Dom(I) | \cdot | \operatorname{Im}(I) \setminus (| \bigcup_{=1}^{qp} (DomGp \setminus \operatorname{Im} Gp - 1) | \cdot | \bigcup_{=1}^{qp} (\operatorname{Im} Gp \setminus DomGp^{+1}) |).$$

З погляду об'єктних характеристик буде мати вигляд:

$$\mu_{So} = | Pin(I) | \cdot | Pot(I) \setminus (| \bigcup_{=1}^{qp} (PinGp \setminus PotGp - 1) | \cdot | \bigcup_{=1}^{qp} (PotGp \setminus PinGp^{+1}) |).$$

1. Маторин С.И. *О новом методе системологического анализа, согласованном с процедурой объектно-ориентированного проектирования. Ч. 2 // Кибернетика и системный анализ. – 2002. – №1. – С.118–130. 2.* Гренандер У. *Лекции по теории образов. 3 Регулярные структуры / Пер с англ. – М.: Мир, 1983. – 432с. 3.* Шуткин Л.В. *Паттерновые сети для моделирования информационных систем // http:// www.pvti.ru/stat/shutkin.pdf 4.* Ельчанинов Д.Б., Маторин С.И. *О формализации системологических понятий средствами теории паттернов // Искусственный интеллект. – 2002. – №2. – С 116–124. 5.* Маторин С.И., Ельчанинов Д.Б. *Применение теории паттернов для формализации системологического УФО-анализа // НТИ. Сер. 2. – 2002. – № 11 – С.1–8. 6.* Маторин С.И. *Анализ и моделирование бизнес-систем: системологическая объектно-ориентированная технологий / Под ред. М.Ф. Бондаренко; Предисл. Э.В. Попов. Харьков: ХНУРЭ. – 2002. – 322с.*