

УДК 683.1

С.І. Маторін

Харківський національний університет радіоелектроніки

## ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТА ТЕОРІЇ ПАТЕРНІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ЯК ВФО - ЕЛЕМЕНТІВ

© Маторін С.І., 2002

*The results of the formalisation of procedures of system-objective analysis by pattern theory are consider.*

*Розглядаються результати формалізації процедур системно-об'єктного аналізу засобами теорії патернів.*

Складність ділових, управлінських і виробничих проблем постійно зростає. Це призводить до того, що на сучасному етапі конкурентноспроможна діяльність організації стає неможливою без розв'язання задач проектування і реорганізації бізнесу. Розв'язання таких задач сьогодні не має повного і всебічного методологічного, математичного і комп'ютерного забезпечення.

У лабораторії Придбання знань ХНУРЕ здійснюється синтез системного й об'єктно-орієнтованого підходів, а також методів системного й об'єктно-орієнтованого аналізу для створення теорії і методу аналізу та моделювання, що забезпечують розв'язання задач проектування й удосконалення бізнес-систем і бізнес-процесів. У рамках цих досліджень запропонований оригінальний підхід до системи як «Вузлу – Функції – Об'єкту» (ВФО). На основі даного підходу розроблено формально-семантичний метод ВФО-аналізу, що дає змогу конструювати системно-об'єктні моделі як комбінації ВФО-елементів [1, 2].

Як математичний апарат для формалізації концептуальних положень теорії і процедур методу ВФО-аналізу застосовується теорія патернів Гренандера [3, 4]. При цьому ВФО-елементи розглядаються як елементарні об'єкти даної теорії – *утворюючі* (патерни першого рівня), комбінації ВФО-елементів (ВФО-моделі) як комбінації утворюючих – *конфігурації* (патерни другого рівня) [5].

Для проведення аналізу та синтезу бізнес-систем побудовою їхніх патернових моделей у вигляді конфігурацій, зображень і т.д. необхідна адаптація алгебраїчного апарата теорії патернів (*алгебри зображень* [3]) до змістовних і формальних положень ВФО-аналізу. Крім того, для повноцінного використання формалізмів теорії патернів при проведенні ВФО-аналізу необхідно подати в термінах цієї теорії процеси аналізу та синтезу системних об'єктів.

### Задання алгебри на множині ВФО-елементів

Розглянемо варіант побудови алгебраїчного апарату, що забезпечує оперування патерновими моделями систем як функціональними «проточними» об'єктами, тобто як ВФО-елементами, з урахуванням формалізації ВФО-елементу і нормативної системи ВФО-аналізу, поданих у роботі [5].

У теорії патернів для побудови регулярних конфігурацій з утворюючих (або конфігурацій) використовується *бінарний оператор*, який забезпечує попарне приєднання

зв'язків утворюючих відповідно до їхніх показників [3, 5]. З метою формалізації ВФО-аналізу даний оператор може бути введений таким чином.

Для двох утворюючих (конфігурацій)  $z_1$  і  $z_2$  існують множини  $B(z_1)$  і  $B(z_2)$ , елементи яких є зовнішніми зв'язками відповідних утворюючих (конфігурацій). Із зв'язків, що складають названі множини, можна утворити список  $\sigma_{12}$  попарних сполучень цих зв'язків. У нашому випадку, це можна зробити тільки з однойменних зв'язків відповідно до правила приєднання. Об'єднану конфігурацію (комбінацію утворюючих) можна позначити через  $z_1\sigma_{12}z_2$ , причому (відповідно до прийнятої в теорії патернів манерою позначень [3])

$$\text{склад}(z_1\sigma_{12}z_2) = \text{склад}(z_1) \cup \text{склад}(z_2),$$

$$\text{структура}(z_1\sigma_{12}z_2) = \text{структура}(z_1) \cup \text{структура}(z_2) \cup \sigma_{12}.$$

Отж, у нашому випадку, у ролі бінарного оператора виступає правило приєднання **ПІ** (див. правила системної декомпозиції [2, 5]), у результаті застосування якого формується список  $\sigma_{12}$  і конфігурація  $z_1\sigma_{12}z_2 = z_3$ . Назвемо цей оператор **оператором приєднання** ( $\bar{U}$ ).

При використанні оператора приєднання  $\bar{U}$  необхідно, згідно з специфікою ВФО-аналізу, крім правила приєднання (що виступає у цьому випадку в ролі **умови приєднання: УП**), додержуватися умови, що відповідає **правилам балансу ПБ і реалізації ПР** [2, 5]. Справа в тому, що для одержання складової конфігурації або комбінації утворюючих, що адекватно моделюють систему як ВФО-елемент, недостатньо формального приєднання однойменних зв'язків вихідних конфігурацій (утворюючих). Це приєднання повинно здійснюватися з урахуванням необхідності одержання балансу «притоки» та «відтоку» по функціональним зв'язкам складової конфігурації, тобто з урахуванням необхідності відповідності суперпозиції функцій вихідних ВФО-елементів складовому вузлу нового комбінованого ВФО-елементу. Крім того, приєднання повинно здійснюватися з урахуванням можливості об'єктної реалізації складової конфігурації, тобто з урахуванням можливості (існування) складового об'єкта (який конструюється з об'єктів вихідних ВФО-елементів), що підтримує нову функцію складової конфігурації (нового комбінованого ВФО-елементу).

Формально це може бути виражене так (рис. 1). Нехай множина  $B(z_1) = \{x_{11}, \dots, x_{1i}, \dots, x_{1m}; y_{11}, \dots, y_{1i}, \dots, y_{1n}\}$  є множина зовнішніх (вхідних:  $x$  і вихідних:  $y$ ) зв'язків конфігурації (утворюючої)  $z_1$ , а множина  $B(z_2) = \{x_{21}, \dots, x_{2i}, \dots, x_{2p}; y_{21}, \dots, y_{2i}, \dots, y_{2q}\}$  є множина зовнішніх (вхідних:  $x$  і вихідних:  $y$ ) зв'язків конфігурації (утворюючої)  $z_2$ . При цьому список попарних сполучень зовнішніх зв'язків цих конфігурацій (утворюючих), складений з урахуванням умови УП, може бути поданий як  $\sigma_{12} = \{(x_{21}, y_{11}), \dots, (x_{2i}, y_{1i}), \dots, (x_{2k}, y_{1r})\}$ , де показник  $k$ , дійсно, не перевищує показників  $n$  і  $p$ , тобто  $k \leq \min(n, p)$ .

Тоді **умова балансу (УБ)** для виконання оператора приєднання даних конфігурацій (утворюючих) можна записати так:

$$y_{11}(t) = x_{21}(t); \dots; y_{1i}(t) = x_{2i}(t); \dots; y_{1k}(t) = x_{2k}(t).$$

Це означає, що потоки по вхідних і вихідних зв'язках повинні бути збалансовані у кожний момент часу  $t$  або, іншими словами, загальна функціональність складової конфігурації (комбінованої утворюючої), тобто нового ВФО-елементу, повинна бути

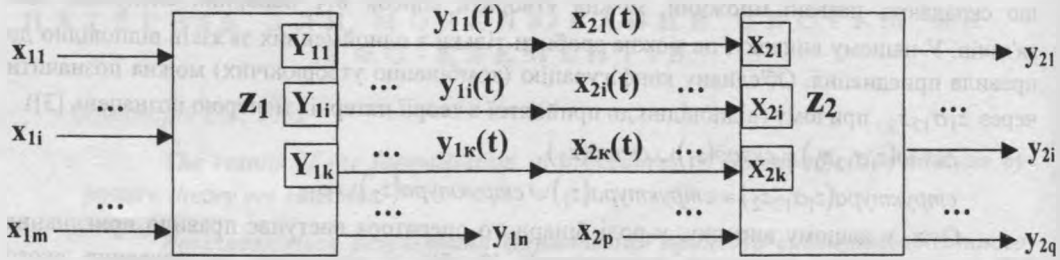


Рис. 1. Умови дії оператора приєднання ВФО-елементів

суперпозицією функціональностей вихідних конфігурацій (утворюючих або ВФО-елементів):  $F_{z_3} |_{\sigma_{12}} = F_{z_1} \circ F_{z_2}$ .

**Умова реалізації (УР)** для виконання оператора приєднання даних конфігурацій (утворюючих) можна записати так:

$$Y_{1i} \cong x_{2i}; \dots; Y_{1k} \cong x_{2k} \dots$$

Це означає, що вхідні порти (маленькі букви  $x$  як великі) конфігурації  $z_2$  повинні бути конгруентні вихідним портам (великі букви  $Y$ ) конфігурації  $z_1$  із погляду приєднаних зв'язків або, іншими словами, повинна існувати конструктивна фізична можливість реалізації сполучення об'єктів, що реалізують функції  $F_{z_1}$  і  $F_{z_2}$ .

Отже, використання оператора приєднання  $\tilde{U}$  із дотриманням усіх умов (УП, УБ і УР) повинне забезпечувати одержання, наприклад, із конфігурацій  $z_1$  і  $z_2$  об'єднаної конфігурації  $z_1 \sigma_{12} z_2 = z_3$ , вузол якої збалансований за правилом балансу функцією  $F_{z_3}$ , реалізованою за правилом реалізації агрегації вихідних об'єктів.

Крім того, у теорії патернів розглядається *оператор аннігіляції* (позначимо його  $\bar{A}$ ), що, будучи застосований до деякої конфігурації, знищує в ній усі утворюючі заданого класу [3, 5]. У нашому випадку введемо його так.

Розглянемо конфігурацію  $z_1 \sigma_{12} z_2$ , для якої справедливо включення  $B(z_1 \sigma_{12} z_2) \subset B(z_1)$ . Це означає, що зовнішні зв'язки конфігурацій  $z_1$  збігаються, а також, що зв'язки  $z_2$  є внутрішніми і замкнутими для конфігурації  $z_1 \sigma_{12} z_2$ . Застосування оператора аннігіляції, що знищує всі утворюючі класу, до якого належать утворюючі конфігурації  $z_2$ , приведе до одержання конфігурації  $z_1$  із множиною зовнішніх зв'язків  $B(z_1)$ . У дійсності в більшості випадків спостерігаються перекручені варіанти регулярних конфігурацій (із погляду організаційних систем, наприклад, складно знайти організацію, що працює згідно з усіма нормативними документами), що називаються *деформованими конфігураціями*. Механізм деформації визначається деформаціями конфігурацій і утворюючих. Деформація конфігурації є її перетворення з порушенням подоби внаслідок

порушення правил приєднання, балансу і реалізації. Деформація утворюючої є її перетворення з порушенням подоби внаслідок порушення правил балансу і реалізації [3].

Множина  $R$  регулярних конфігурацій разом із перетвореннями подоби [6], а також оператором приєднання  $\tilde{U}$  (з умовами УП, УБ і УР) і оператором аннігіляції  $\bar{A}$  задають алгебру на просторі конфігурацій (ВФО-елементів), що пропонується називати **UFO-алгеброю**. Використовуючи UFO-алгебру, можна формалізувати процеси побудови системно-об'єктних моделей (ВФО-моделей) як патернових моделей аналізованих або проєктованих систем, а також формалізувати процеси їх удосконалення й оптимізації (адаптації).

### Розробка патернової моделі ВФО-аналізу

Розглянемо патернову модель процесу аналізу системи з урахуванням патернів усіх рівнів, які досліджуються у даній теорії. Для цього необхідно адаптувати до потреб системологічного моделювання, крім утворюючих і конфігурацій, такі формалізми теорії патернових, як «зображення» і «образ».

У теорії патернів на множині  $R$  регулярних конфігурацій задається *правило ідентифікації*  $\bar{R}$ , що «дає інтепретацію регулярної конфігурації в категоріях її функціонування» і являє собою відношення еквівалентності між регулярними конфігураціями, що дозволяє розглядати їх як ідентичні. Класи еквівалентності, які були індуктовані на множині регулярних конфігурацій, розглядаються як «зображення» і **позначаються** через  $I$ , а множина усіх **зображень** через  $B$ . Конфігурації в теорії розглядаються як формули, а зображення – як функції. «Вони (зображення) виражають значення формул, і, природно, одній функції можуть відповідати декілька формул». При цьому «зображення повинно містити інформацію щодо непок'єднаних (зовнішніх) зв'язків конфігурації» [3, с. 66–67].

З погляду предмету та задач ВФО-аналізу та моделювання пропонується розглядати три правила ідентифікації і визначення, таким чином, класів еквівалентності на множині регулярних конфігурацій.

По-перше, правило  $\bar{R}_v$ , що дозволяє ідентифікувати (визначити) клас конфігурацій еквівалентних за своїми зовнішніми зв'язками, тобто по вузлах відповідних їм ВФО-елементів. Очевидно, що перетворення подоби [6] має сенс тільки в рамках одного класу  $\bar{R}_v$ -**еквівалентності**.

По-друге, правило  $\bar{R}_\phi$ , що дозволяє ідентифікувати (визначити) клас конфігурацій еквівалентних за своїми функціональними характеристиками, тобто по функціях відповідних їм ВФО-елементів. Очевидно, що перетворення подоби  $f_\phi$  [6] має сенс тільки в межах одного класу  $\bar{R}_\phi$ -**еквівалентності**.

По-третє, правило  $\bar{R}_o$ , що дозволяє ідентифікувати (визначити) клас конфігурацій еквівалентних за своїми об'єктними характеристиками, тобто по об'єктах відповідних їм ВФО-елементів. Очевидно, що перетворення подоби  $f_o$  [6] має сенс тільки в рамках одного класу  $\bar{R}_o$ -**еквівалентності**.

При цьому з визначення вузла, функції й об'єкта на підставі базової ВФО-ієрархії [2] випливає, що класи еквівалентності конфігурацій знаходяться у такому співвідношенні:

$$\bar{R}_o \subset \bar{R}_\phi \subset \bar{R}_v.$$

Відзначене дає змогу розглядати будь-який ВФО-елемент, із погляду його вузла (зв'язків), без урахування його функціональних і об'єктних характеристик, як зображення системи, що відповідає цьому ВФО-елементу. Це, у свою чергу, дозволяє розглядати *контекстну модель* будь-якої системи, на якій подані тільки її взаємодії, як зображення цієї системи, що може бути розкриті її декомпозицією за допомогою різноманітних конфігурацій ВФО-елементів. Ця обставина підтверджує можливість і доцільність застосування апарата алгебри зображень для формалізації процедур ВФО-аналізу.

У теорії патернів, проте, розглядається ще один рівень абстрагування та уводиться формальне поняття «*образ*» як деяка підмножина  $\Gamma$ , інваріантна щодо перетворення подоби [3]. З погляду системологічного моделювання це дозволяє говорити про можливість узагальнення зображень, тобто об'єднання вже їх у класи  $\bar{R}_v$ -еквівалентності, та розгляду такого узагальненого (абстрактного) зображення як, наприклад, **образ організаційної системи**.

Використовуючи згадані поняття теорії патернів можна зобразити процес ВФО-аналізу організаційної системи у вигляді моделі, наведеної на рис.2. Розглянемо кроки цього процесу, подані у моделі та відповідному алгоритмі ВФО-аналізу [2], докладніше.

1. Аналіз (а також проектування) організаційної системи починається із самих загальних, концептуальних уявлень про неї. Ці уявлення в практиці організаційного проектування й інжиніринга бізнесу формулюються як *місія організації, образ майбутньої компанії* і т.д. У теорії патернів це відповідає образу як абстракції зображення. Абстрактність формального поняття образ, що відповідає неконкретності згаданих змістовних понять, не дозволяє здійснювати аналіз (проектування) організаційної системи відштовхуючись безпосередньо від інформації, закладеної в її образі. Проте ця інформація дає змогу вибрати і сформулювати контекстне подання системи на рівні зображення. Отже, подання системи на рівні образу значною мірою визначає остаточний результат аналізу і проектування.

2. Контекстне подання системи, що аналізується (проектуюється), яке описує вимоги до неї у вигляді вхідних і вихідних зв'язків (характеристик **вузла** відповідного ВФО-елементу), із погляду теорії патернів є поданням цієї системи у вигляді зображення  $\bar{R}_v^1$ . При цьому вибір на підставі образу визначеного зображення системи, фіксує відповідний клас  $\bar{R}_v$ -еквівалентності конфігурацій.

3. У рамках вибраного класу конфігурацій із заданими зображенням зовнішніми зв'язками за допомогою оператора приєднання  $\tilde{U}$  (з умовами УП і УБ), а також перетворення подоби  $f_y$  (із дотриманням правила ПБ) може бути здійснена декомпозиція організаційної системи й подання її вже у вигляді комбінації функціональних вузлів, тобто у вигляді конфігурації. При цьому відповідно до алгоритму ВФО-аналізу така конфігурація буде комбінацією утворюючих, що розглядаються як ВФО-елементи, у яких визначені вузлові та функціональні характеристики (**вузли + функції**). Така декомпозиція контекстної моделі (зображення) визначить більш конкретний клас  $\bar{R}_\phi$ -еквівалентності конфігурацій.

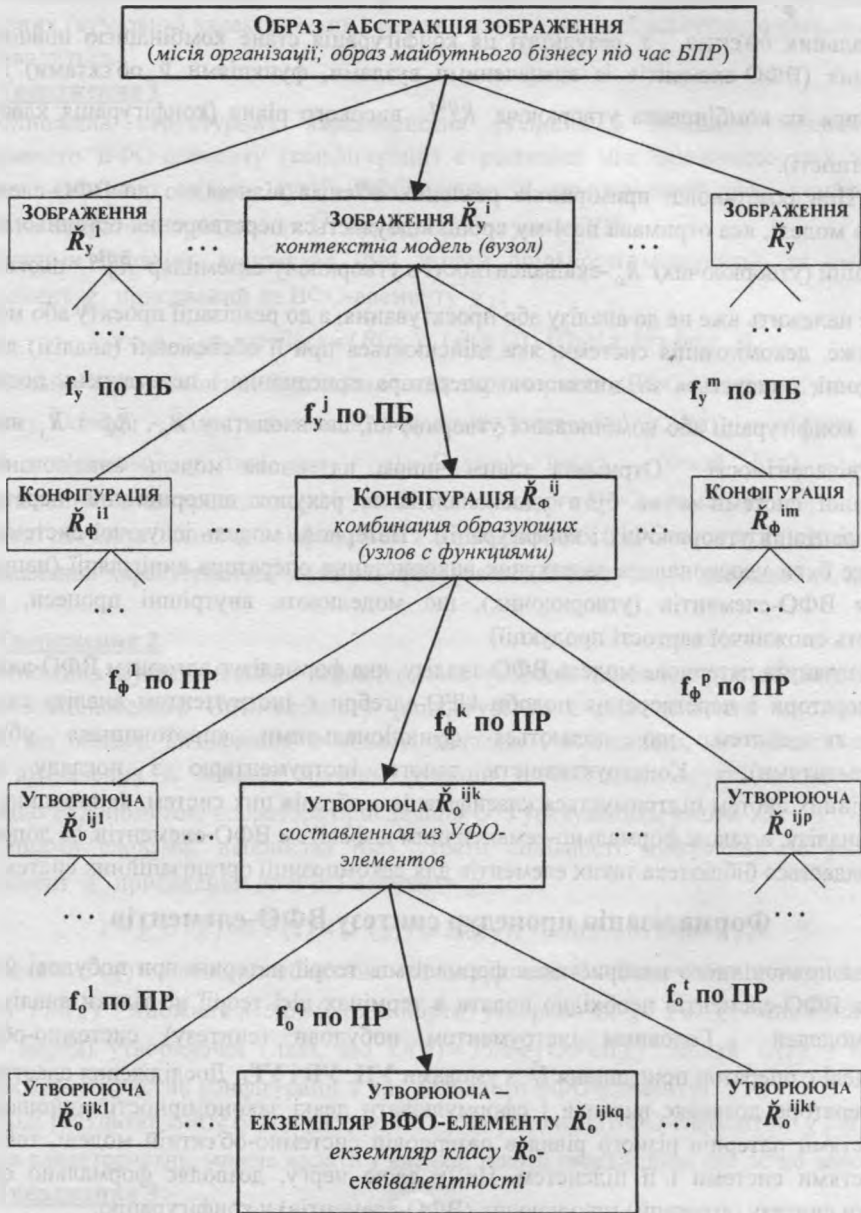


Рис. 2. Патернова модель процесу ВФО-аналізу організаційної системи

4. Отриманий на попередньому кроці більш конкретний клас конфігурацій може бути ще більш конкретизований за допомогою оператора приєднання  $\check{U}$  (з умовою УР), а також перетворення подоби  $f_\phi$  (із дотриманням правила ПР). При цьому відповідно до алгоритму ВФО-аналізу функціональним вузлам (функціям і вузлам ВФО-елементів)

конфігурації  $\bar{R}_\phi^{ij}$ , отриманої на попередньому кроці, будуть приписуватися додатні типи функціональних об'єктів. У результаті ця конфігурація стане комбінацією повноцінних утворюючих (ВФО-елементів із визначеними вузлами, функціями й об'єктами) і може розглядатися як комбінована утворююча  $\bar{R}_0^{ijkq}$  високого рівня (конфігурація класу  $\bar{R}_0$ -еквівалентності).

5. При розстановці примірників реальних об'єктів відповідно до ВФО-елементів, поданих в моделі, яка отримана на 4-му кроці, відбувається перетворення останнього класу конфігурацій (утворюючих)  $\bar{R}_0$ -еквівалентності в утворюючу-екземпляр  $\bar{R}_0^{ijkq}$  цього класу.

Проте, це належить вже не до аналізу або проектування, а до реалізації проекту або моделі.

Отже, декомпозиція системи, яка здійснюється при її обстеженні (аналізі) або при проектуванні, описується за допомогою оператора приєднання і перетворень подоби як побудова конфігурації або комбінованої утворюючої, що входять у  $\bar{R}_0$ ,  $\bar{R}_\phi$  і  $\bar{R}$ , вкладені класи еквівалентності. Отримана таким чином патернова модель аналізованої або проєктованої системи може бути удосконалена за рахунок використання перетворень подоби (адаптація утворюючих і конфігурації). Патернова модель існуючої системи, крім того, може бути удосконалена за рахунок використання оператора аннігіляції (наприклад, знищення ВФО-елементів (утворюючих), що моделюють внутрішні процеси, які не збільшують споживчої вартості продукції).

Розглянута патернова модель ВФО-аналізу, яка формалізує алгоритм ВФО-аналізу, а також оператори і перетворення подоби UFO-алгебри є інструментом аналізу складних об'єктів як систем, що подаються функціональними «проточними» об'єктами (ВФО-елементами). Конструктивність даного інструментарю з погляду аналізу організаційних систем підтримується класифікацією образів цих систем, як вихідних точок процесу аналізу, а також формально-семантичним алфавітом ВФО-елементів, за допомогою якого складається бібліотека таких елементів для декомпозиції організаційних систем.

### Формалізація процедур синтезу ВФО-елементів

Для повноцінного використання формалізмів теорії патернів при побудові моделей систем як ВФО-елементів необхідно подати в термінах цієї теорії не тільки аналіз, але й синтез моделей. Головним інструментом побудови (синтезу) системно-об'єктної ВФО-моделі є оператор приєднання  $\bar{U}$  з умовами УП, УБ і УР. Дослідження властивостей цього оператора дозволяє виявити і сформулювати деякі закономірності відношень між властивостями патернів різного рівня в патерновій системно-об'єктній моделі, тобто між властивостями системи і її підсистем. Це, у свою чергу, дозволяє формально описати результати синтезу (агрегації) утворюючих (ВФО-елементів) у конфігурацію.

Розглянемо результати синтезу конфігурацій з ВФО-елементів.

Нехай  $G = \{g\}$  – множина ВФО-елементів (утворюючих). Причому  $B(g)$  – множина структурних (вузлових) характеристик утворюючої  $g$ ,  $In(g)$  – множина вхідних зв'язків утворюючої  $g$  і  $Out(g)$  – множина вихідних зв'язків утворюючої  $g$  такі, що  $B(g) = In(g) \cup Out(g)$ . Нехай  $z$  – конфігурація системи, що моделюється, як складного ВФО-елементу,  $B(z)$  – множина структурних характеристик конфігурації.



Тоді результат синтезу конфігурації  $z$  з утворюючих (ВФО-елементів)  $g$ , із погляду структурних (вузлових) характеристик, можна подати у вигляді наступного твердження, що легко доводиться.

### Твердження 1

Множина структурних характеристик (вхідних і вихідних зв'язків) вузла комбінованого ВФО-елементу (конфігурації) є різницею між множиною усіх зв'язків і множиною загальних зв'язків вузлів ВФО-елементів, які складають дану комбінацію за допомогою оператора приєднання  $\tilde{U}$  з урахуванням умови УП.

Іншими словами, наприклад (без втрати спільності міркувань), за умови, що ВФО-елемент  $g_i$  приєднаний до ВФО-елементу  $g_j$ :

$$z = g_i \sigma_{ij} g_j \Rightarrow B(z) = (B(g_i) \cup B(g_j)) \setminus (Out(g_i) \cap In(g_j)).$$

Нехай  $F(g)$  – множина функціональних характеристик ВФО-елементу (утворюючої). Причому  $Dom(g)$  – область визначення функцій утворюючої  $g$ ,  $Im(g)$  – область значень функцій утворюючої  $g$  такі, що  $F(g) = Dom(g) \cup Im(g)$ . Нехай  $F(z)$  – множина функціональних характеристик конфігурації (як складного ВФО-елементу).

Тоді результат синтезу конфігурації  $z$  з утворюючих (ВФО-елементів)  $g$ , із погляду функціональних характеристик, можна подати у вигляді наступного твердження, яке легко довести.

### Твердження 2

Множина функціональних характеристик (область визначення й область значень) функцій комбінованого ВФО-елементу (конфігурації) є різницею між множиною, що включає всі області визначення й області значень, і множиною, що містить пересічні області визначення й області значень функцій ВФО-елементів, які складають дану комбінацію за допомогою оператора приєднання  $\tilde{U}$  з урахуванням умови УБ.

Іншими словами, наприклад (без втрати спільності міркувань), за умови, що ВФО-елемент  $g_i$  приєднаний до ВФО-елементу  $g_j$ :

$$z = g_i \sigma_{ij} g_j \Rightarrow F(z) = (F(g_i) \cup F(g_j)) \setminus (Im(g_i) \cap Dom(g_j)).$$

Нехай  $O(g)$  – множина об'єктних характеристик ВФО-елементу (утворюючої)  $g$ . Причому  $Pin(g)$  – множина входів (вхідні порти) утворюючої  $g$ ,  $Pot(g)$  – множина виходів (вихідні порти) утворюючої  $g$  такі, що  $O(g) = Pin(g) \cup Pot(g)$ . Нехай  $O(z)$  – множина об'єктних характеристик конфігурації  $z$  (як складного ВФО-елементу).

Тоді результат синтезу конфігурації  $z$  з утворюючою (ВФО-елементів)  $g$ , із погляду об'єктних характеристик, можна подати у вигляді такого твердження яке легко доводиться.

### Твердження 3

Множина об'єктних характеристик  $O(g)$  (вхідні і вихідні порти) об'єкта комбінованого ВФО-елементу (конфігурації) є різницею між множиною усіх портів і множиною з'єднаних портів об'єктів ВФО-елементів, що складають дану комбінацію за допомогою оператора приєднання  $\tilde{U}$  з урахуванням умови УР.

Іншими словами, наприклад (без втрати спільності міркувань), за умови, що ВФО-елемент  $g_i$  приєднаний до ВФО-елементу  $g_j$ :

$$z = g_i \sigma_{ij} g_j \Rightarrow O(z) = (O(g_i) \cup O(g_j)) \setminus (Pot(g_i) \cap Pin(g_j)).$$



Простота і, певною мірою, очевидність даних тверджень не знижують їх важливості і не повинні вводити в оману. Ця простота є метою і результатом застосування підходу «Вузол – Функція – Об'єкт». Твердження 1 – 3 підкреслюють конструктивність і ефективність ВФО-підходу в системних дослідженнях, що і дозволяє розглядати цілісні структурні, функціональні й об'єктні властивості системи (як ВФО-елементу) як просте доповнення пересічних властивостей її підсистем. Тому дані твердження є дуже цінним і корисним уточненням поданої вище патернової моделі ВФО-аналізу з погляду її практичного використання. Крім того, дані твердження є основою формального підходу до моделювання логістичних процесів в організаційних системах.

Отже, у результаті наведених міркувань можна стверджувати, що ВФО-підхід дає змогу збирати систему з підсистем і формувати її загальні цілісні властивості з приватних властивостей за допомогою простої асоціативної і комутативної операції приєднання (з урахуванням умов УП, УБ, УР). При цьому відношення підтримки функціональної здатності цілого, розглянуте системологією, є антирефлексивне, антисиметричне, нетранзитивне відношення між пересічними властивостями підсистем і доповненням до усіх властивостей цих підсистем.

### Висновки

1. На множині ВФО-елементів як просторі утворюючих і конфігурацій визначені оператори приєднання й аннігіляції, що разом із перетвореннями подоби задають алгебру (УФО-алгебру), яка є конкретизацією «алгебри зображень» теорії патернів.

2. Розроблена патернова модель ВФО-аналізу, яка формалізує алгоритм ВФО-аналізу і разом з операторами і перетвореннями УФО-алгебри є інструментом аналізу (декомпозиції) складних об'єктів як систем, що подаються функціональними «проточними» об'єктами (ВФО-елементами). Показано, що контекстне подання системи відповідає в теорії патернів її «образу» і «зображенню».

3. Розроблено процедури синтезу ВФО-елементів, що дозволяють збирати систему з підсистем і формувати її загальні цілісні властивості з приватних властивостей за допомогою простої асоціативної та комутативної операції приєднання. Це дозволяє розглядати системологічне відношення підтримки функціональної здатності цілого як антирефлексивне, антисиметричне, нетранзитивне відношення між пересічними властивостями підсистем і доповненням до усіх властивостей цих підсистем.

1. Маторин С.И. *О новом методе системологического анализа, согласованном с процедурой объектно-ориентированного проектирования. Ч. 1 // Кибернетика и системный анализ. – 2001. – №4. – С. 119–132.*
2. 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.*
3. Гренандер У. *Лекции по теории образцов. 3 Регулярные структуры / Пер с англ. – М.: Мир, 1983. – 432с.*
4. Шуткин Л.В. *Паттерновые сети для моделирования информационных систем // [http:// www.pvti.ru/stat/shutkin.pdf](http://www.pvti.ru/stat/shutkin.pdf)*
5. Ельчанинов Д.Б., Маторин С.И. *О формализации системологических понятий средствами теории паттернов // Искусственный интеллект. – 2002. – №2. – С 116–124.*
6. Маторин С.И., Ельчанинов Д.Б. *Применение теории паттернов для формализации системологического УФО-анализа // НТИ. – Сер. 2. – 2002. – № 11. – С.1–8.*